



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월28일

(11) 등록번호 10-1523868

(24) 등록일자 2015년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01J 19/26 (2006.01) B01J 2/00 (2006.01)
G03G 9/087 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-7023883

(22) 출원일자(국제) 2012년01월31일
심사청구일자 2013년09월10일

(85) 번역문제출일자 2013년09월10일

(65) 공개번호 10-2013-0122974

(43) 공개일자 2013년11월11일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/052578

(87) 국제공개번호 WO 2012/114854

국제공개일자 2012년08월30일

(30) 우선권주장

JP-P-2011-034251 2011년02월21일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2004189845 A

JP4787140 B2

JP2010117611 A

(73) 특허권자

캐논 가부시끼가이샤

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2고

(72) 발명자

미나가와 히로노리

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

미조 유이치

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장수길, 박충범

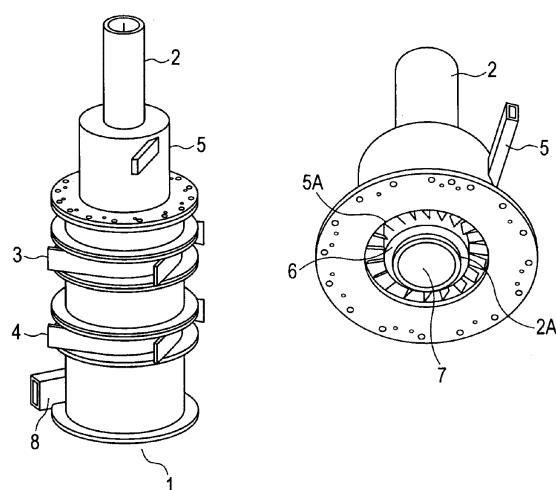
전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 김선아

(54) 발명의 명칭 열처리 장치 및 토너 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 목적은, 분말 입자를 열처리할 때, 분말 입자의 융합으로 인한 조립의 증가를 억제하고, 과도하게 구형화된 입자의 비율을 줄이는 것이다. 열처리 장치는 원료 공급 유닛, 열풍 공급 유닛 및 배출부를 포함하며, 상기 열풍 공급 유닛은 열풍 공급 방향의 상류 측으로부터 하류 측으로 반경 방향으로 확장되는 제1 노즐 및 제2 노즐을 갖고, 상기 제2 노즐은 상기 제1 노즐의 내측에 배치되며, 열풍은 상기 제1 노즐과 상기 제2 노즐 사이의 공간을 통과하고, 상기 열풍 공급 유닛의 출구부에는 공급된 열풍을 장치의 내벽면을 따라 나선형으로 회전시키기 위한 기류 조정 유닛이 설치된다.

대 표 도

(72) 발명자

오오츠 다케시

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3초메
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

하기와라 준이치

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3초메
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

다무라 야스시

일본 1468501 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3초메
30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

열가소성 결착 수지를 함유한 분말 입자를 열처리하기 위한 열처리 장치이며, 상기 열처리 장치에 분말 입자를 공급하기 위한 원료 공급 유닛; 공급된 분말 입자를 열처리하기 위한 열풍 공급 유닛; 및 상기 원료 공급 유닛과 상기 열풍 공급 유닛의 하류 측에 배치되어 열처리된 분말 입자를 배출하기 위한 배출부를 포함하며, 상기 원료 공급 유닛은, 상기 열풍 공급 유닛의 외주면에 인접한 위치 또는 수평 방향으로 상기 외주면으로부터 이격된 위치에 상기 열풍 공급 유닛을 둘러싸도록 환형으로 설치되고, 상기 원료 공급 유닛으로부터 공급되는 분말 입자를 향해 상기 열풍 공급 유닛의 출구로부터 열풍이 공급되며, 상기 열풍 공급 유닛은 열풍 공급 방향의 상류 측으로부터 하류 측으로 반경 방향으로 확장되는 제1 노즐 및 제2 노즐을 갖고, 상기 제2 노즐은 상기 제1 노즐의 내측에 배치되며, 열풍은 상기 제1 노즐의 내측과 상기 제2 노즐의 외측 사이의 공간을 통과하고, 상기 열처리 장치는 상기 열풍 공급 유닛의 출구부에 설치되어, 공급된 열풍을 상기 열처리 장치의 내벽면을 따라 나선형으로 회전시키기 위한 기류 조정 유닛을 더 포함하는, 열처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 노즐의 하부에, 반경 방향으로 열풍을 확산시키는 복귀부가 설치되는, 열처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 원료 공급 유닛의 출구부에는, 공급되는 분말 입자의 흐름을 열풍과 동일한 방향으로 회전시키기 위한 조정 유닛이 설치되는, 열처리 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 열풍 공급 유닛과 상기 원료 공급 유닛의 하류 측이면서 상기 배출부의 상류 측에 하나 이상의 냉풍 공급 유닛이 설치되는, 열처리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 냉풍 공급 유닛은 상기 열처리 장치의 외주부로부터 상기 열처리 장치의 내주면을 따라 열풍의 회전 방향과 동일한 방향으로 냉풍을 공급하는, 열처리 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 배출부는 열처리된 분말 입자의 회전 흐름이 유지되도록 상기 열처리 장치의 내벽의 외주부로부터 수평 방

향으로 설치되는, 열처리 장치.

청구항 7

열가소성 결착 수지와 쥐색제를 함유한 분말 입자의 열처리 공정을 거쳐 토너를 얻는 토너 제조 방법이며,

상기 토너는 중량 평균 입자 직경이 $4\mu\text{m}$ 이상 $12\mu\text{m}$ 이하이고,

상기 열처리 공정에서, 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 열처리 장치가 사용되는, 토너 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 분말 입자의 열처리 장치 및 토너 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 토너의 현상성 등을 향상시키기 위해, 열처리에 의한 토너 입자의 표면 개질이 이루어지고 있다. 특허문헌 1에는 분말 입자를 압축 공기에 의해 열풍으로 분산 및 분무함으로써, 표면을 개질시키고 입자를 구형화하는 방법이 개시되어 있다. 특허문헌 2에는 분말 입자에 실리카 등의 첨가제를 첨가한 후, 분말 입자를 열처리하여 첨가제를 분말 입자에 고착시킴으로써, 유리된 첨가제를 제거하는 방법이 개시되어 있다.

[0003] 그러나, 열을 이용하여 표면을 개질시키는 방법에서는, 토너에 필요 이상의 열이 가해질 경우, 토너들이 서로 융합하여 조립(coarse particles)이 생성되는 경우가 있다. 따라서, 조립을 함유하지 않고 미분(fine powder)이 적은 샤프한 입도 분포를 가진 토너의 표면 개질 입자를 효율적이고 안정적으로 제조하기 위해서는, 토너 제조 장치 및 제조 방법 면에서 개선의 여지가 있다.

[0004] 또한, 토너가 양호한 현상성 등을 갖기 위해서는, 토너의 평균 원형도가 0.960 이상인 것이 바람직하다.

[0005] 그러나, 토너의 평균 원형도가 높은 경우에는, 일반적으로 토너 내에 과도하게 구형화된 토너 입자가 많아지고, 이에 따라, 클리닝 성능(cleanability)이 저하되는 경향이 있다. 이는 과도하게 구형화된 토너 입자가 클리닝 블레이드를 쉽게 빠져나가기 때문이다. 토너 입자가 클리닝 블레이드를 빠져나가는 것을 방지하기 위한 기술로서 클리닝 블레이드의 접촉압을 높이는 것이 포함되지만, 이 기술은 드럼의 회전 토크 상승 및 클리닝 블레이드의 마모 등의 폐해를 초래하기 때문에 한계가 있다. 또한, 최근의 조사에서, 토너의 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도가 20%를 초과하면, 클리닝 불량이 쉽게 발생하는 경향이 있는 것으로 판명되었다.

[0006] 특허문헌 1에는 소위 분쇄 토너를 열처리함으로써 토너를 적절히 구형화하는 방법이 제안되어 있다. 그러나, 특허문헌 1에 기재된 기술을 이용하여 토너 입자를 열처리하는 경우, 토너 입자가 불균일하게 열처리되기 때문에, 열처리된 토너 입자와 처리되지 않은 토너 입자가 혼합되어 버린다. 한편, 균일하게 열처리되도록 모든 입자를 장시간 열처리하는 경우, 토너 내에 과도하게 구형화된 토너 입자의 비율이 많아지고, 토너 클리닝 성능이 저하된다.

[0007] 특허문헌 3에는, 토너 입자를 균일하게 열처리하는 기술로서, 장치 내의 기류를 어느 정도 균일하게 만들면서 토너 입자를 열처리하는 방법이 개시되어 있다.

[0008] 그러나, 특허문헌 3에 기재된 방법에서는, 열풍 투입부 내에 토너 투입부가 설치되어 있기 때문에, 토너가 좁은 범위에서 순간적으로 열처리된다. 이 경우, 토너가 충분히 분산되지 않고, 토너의 융합으로 인한 조립의 증가가 우려된다. 또한, 처리량을 증가시키는 경우에는, 열풍에 대한 토너의 농도가 높아지기 때문에, 토너의 열처리 효율이 급격하게 저하된다. 따라서, 열처리된 토너와 처리되지 않은 토너가 혼재하게 된다.

[0009] 특허문헌 4에는, 특허문헌 3에 기재된 구성과는 반대로, 열풍 투입 위치와 토너 투입 위치가 반전된 구성이 개시되어 있다. 그러나, 특허문헌 4에 기재된 구성에서는, 토너가 열풍을 향해 분사되고 장치의 중심부를 향해서도 분사되므로, 열처리된 토너가 응고되기 전에 서로 충돌하여 합체된 입자가 증가할 우려가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010]

- (특허문현 0001) 일본 특허 공개 제2004-276016호
- (특허문현 0002) 일본 특허 공개 평07-271090호
- (특허문현 0003) 일본 특허 공고 평03-52858호
- (특허문현 0004) 일본 특허 공개 제2004-191569호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011]

본 발명의 목적은 상술한 문제점을 해결하고, 분말 입자의 처리량을 증가시킨 경우에도, 입자의 조립화를 억제하고, 미분이 적은 샤프한 입도 분포를 가진 입자를 제공할 수 있는 열처리 장치 및 이를 가능하게 하는 토너 제조 방법을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은, 얻어지는 입자의 원형도 분포가 샤프하며(표준 편차가 작으며), 과도하게 구형화된 입자의 비율을 억제할 수 있는 열처리 장치 및 이를 가능하게 하는 토너 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012]

본 발명은 열가소성 결착 수지를 함유한 분말 입자를 열처리하기 위한 열처리 장치로서, 상기 열처리 장치는, 장치에 분말 입자를 공급하기 위한 원료 공급 유닛; 공급된 분말 입자를 열처리하기 위한 열풍 공급 유닛; 및 상기 원료 공급 유닛과 상기 열풍 공급 유닛의 하류 측에 배치되어 열처리된 분말 입자를 배출하기 위한 배출부를 포함하며, 상기 원료 공급 유닛은, 상기 열풍 공급 유닛의 외주면에 인접한 위치 또는 수평 방향으로 상기 외주면으로부터 이격된 위치에 상기 열풍 공급 유닛을 둘러싸도록 환형으로 설치되고, 상기 원료 공급 유닛으로부터 공급되는 분말 입자를 향해 상기 열풍 공급 유닛의 출구로부터 열풍이 공급되며, 상기 열풍 공급 유닛은 열풍 공급 방향의 상류 측으로부터 하류 측으로 반경 방향으로 확장되는 제1 노즐 및 제2 노즐을 갖고, 상기 제1 노즐은 상기 제1 노즐의 내측에 배치되며, 열풍은 상기 제1 노즐의 내측과 상기 제2 노즐의 외측 사이의 공간을 통과하고, 상기 열풍 공급 유닛의 출구부에는 공급된 열풍을 장치의 내벽면을 따라 나선형으로 회전시키기 위한 기류 조정 유닛이 설치되어 있다.

발명의 효과

[0013]

본 발명은, 분말 입자의 처리량을 증가시킨 경우에도, 입자의 조립화를 억제하고, 미분이 적은 샤프한 입도 분포를 가진 입자를 제공할 수 있는 열처리 장치 및 이를 가능하게 하는 토너 제조 방법을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명은, 얻어지는 입자의 원형도 분포가 샤프하며(표준 편차가 작으며), 과도하게 구형화된 입자의 비율을 억제할 수 있는 열처리 장치 및 이를 가능하게 하는 토너 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0014]

첨부 도면을 참조한 이하의 예시적 실시예에 대한 상세한 설명으로부터 본 발명의 다른 특징들을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015]

도 1a, 도 1b 및 도 1c는 실시예 1에서 사용된 열처리 장치의 개략도이다.

도 2는 실시예 2에서 사용된 열처리 장치의 개략도이다.

도 3은 실시예 3에서 사용된 열처리 장치의 노즐의 개략도이다.

도 4는 실시예 4에서 사용된 열처리 장치의 개략도이다.

도 5는 열처리에 의한 원형도 분포의 변화를 나타낸 도면이다.

도 6은 평균 원형도와 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도의 관계를 나타낸 도면이다.

도 7은 비교예 1에서 사용된 열처리 장치의 부분 단면도이다.

도 8a 및 도 8b는 비교예 2에서 사용된 열처리 장치의 부분 단면도이다.

도 9는 비교예 3에서 사용된 열처리 장치의 부분 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 본 발명에 따른 열처리 장치의 개요를 도면을 참조하여 설명한다. 도 1a 내지 도 1c는 본 발명에 따른 열처리 장치의 일례를 나타낸 도면이다. 또한, 상기 조립은 토너의 중량 평균 입자 직경(D4)의 약 2배 이상인 입자 군을 의미하며, 미립자는 토너의 중량 평균 입자 직경(D4)의 약 1/2 이하인 입자 군을 의미하고, 크기가 $2.0\mu\text{m}$ 이하인 입자는 플로우 타입(flow type) 입자상 분석 장치인(시스멕스 코포레이션에서 제작한) "FPIA-3000-type"으로 측정된 $2.0\mu\text{m}$ 이하의 입자 직경을 가진 입자 군을 의미한다.

[0017] 본 발명에 따른 열처리 장치는 열가소성 결착 수지를 함유한 분말 입자를 열처리하기 위한 장치이다. 분말 입자의 예에는 결착 수지와 착색제를 가진 토너 입자가 포함된다. 또한, 본 명세서에서는 분말 입자로서 열처리 장치에 공급되는 토너 입자를 꾀처리 토너 입자라고도 한다.

[0018] 원료 공급 유닛(5)에 공급된 분말 입자는 압축 가스 공급 유닛(도시되지 않음)으로부터 공급되는 압축 가스에 의해 가속되어, 원료 비용 유닛(5)의 출구부에 설치된 조정부를 통과하여 장치에 분사된다. 조정부는 루버(louver) 구성으로 되어 있으며, 분말 입자가 장치를 통과할 때, 분말 입자가 장치의 내벽면을 따라 나선형으로 회전하도록 구성되어 있다. 장치의 축 중심부에는 열풍 공급 유닛(2)이 설치되어 있으며, 원료 공급 유닛(5)은 열풍 공급 유닛(2)의 외주면에 근접하거나 수평 방향으로 상기 외주면으로부터 이격된 위치에 열풍 공급 유닛(2)을 둘러싸도록 환형으로 설치되어 있다. 열풍은, 열풍 공급 방향의 상류 측으로부터 하류 측을 향해 반경 방향으로 확장되는 제1 노즐(6)과 제1 노즐의 내측에 배치된 제2 노즐(7)에 의해 형성된 공간을 통과하여, 장치 내에서 반경 방향에 대해 외측에 위치된 원료를 향해 분사된다. 열풍 공급 유닛의 출구부에서, 제1 노즐(6)의 내측과 제2 노즐(7)의 외측 사이에 기류 조정 유닛(2A)이 설치되어 있다. 이에 따라, 기류 조정 유닛(2A)은 열풍이 장치의 내벽면을 따라 나선형으로 회전하면서 흐르도록 구성되어 있다. 기류 조정 유닛(2A)의 구성은 루버 구성, 슬릿 구성, 또는 제2 노즐에 리브(7B)가 설치된 구성으로부터 적절하게 선택될 수 있으며, 기류 조정 유닛이 장치의 내벽면을 따라 열풍을 나선형으로 회전시키는 기능을 갖고 있는 한, 특별히 한정되지 않는다. 기류 조정 유닛(2A)은 열풍의 회전 방향이 원료의 흐름 방향과 동일하도록 구성되어 있다. 또한, 제2 노즐의 하단부에는 복귀부(7A)가 설치되어 있으며, 복귀부는 열풍이 원주 방향으로 더 쉽게 확산되도록 구성되어 있다.

[0019] 본 발명에 따른 열처리 장치에서는, 열풍이 제1 노즐(6)의 내측과 제2 노즐(7)의 외측 사이에 형성된 공간을 통하여 열풍 공급 유닛의 출구부로부터 장치에 분사될 때, 열풍이 원주 방향으로 확산된다. 따라서, 분말 입자가 보다 효율적이면서 보다 균일한 상태에 가깝게 열처리될 수 있다.

[0020] 장치 내의 온도 관리 및 분말 입자의 표면 상태를 제어할 목적으로, 하나 이상의 냉풍 공급 유닛이 장치에 설치될 수 있다. 도 1a 내지 도 1c에 도시된 열처리 장치에서는, 열풍 공급 유닛(2)과 원료 공급 유닛(5)의 하류 측에, 열처리된 분말 입자를 냉각하고 장치 내의 온도 상승으로 인한 분말 입자의 융합과 융착을 방지하기 위한 냉풍 공급 유닛(3, 4)이 설치되어 있다. 냉풍 공급 유닛(3, 4)은 장치의 외주부로부터 장치의 내주면을 따라 대략 수평 방향으로 냉풍을 공급한다.

[0021] 또한, 열처리로 인해 장치 내부로 분말 입자가 융착하는 것을 방지하기 위해, 원료 공급 유닛(5)의 내주부, 장치의 외주부, 열풍 공급 유닛(2)의 외주부 및 회수 유닛(8)의 외주부에는 냉각 재킷이 설치되어 있다. 또한, 냉각 재킷에는 (에틸렌 클리콜 등의 부동액일 수 있는) 냉각수가 도입될 수 있다.

[0022] 장치에 공급되는 열풍은 열풍 공급 유닛(2)의 출구부에서 $100 \leq C \leq 450$ 범위의 온도(C)($^{\circ}\text{C}$)를 가질 수 있다. 온도(C)가 상술한 범위 내에 있으면, 분말 입자가 거의 균일하게 열처리될 수 있으므로, 분말 입자의 융합을 억제할 수 있다.

[0023] 분말 입자를 원료 공급 유닛(5)으로 정량 공급하기 위해,(푼켄 포우텍스 인코포레이티드에서 제작한) 정량 공급기 FS 타입 및(호소카와 마이크론 코포레이션에서 제작한) 파인 트론 FT 등의 정량 공급 장치가 사용될 수도 있다.

[0024] 냉각된 분말 입자는 배출부(8)를 통해 배출된 후, 회수된다.

[0025] 배출부(8)의 하류 측에는 송풍기(도시되지 않음)가 설치되며, 송풍기에 의해 토너 입자가 흡입 반송된다.

[0026] 배출부는 장치의 하단에 적어도 1개소 설치되며, 장치 내벽의 외주부에서 대략 수평이 되도록 구성될 수 있다. 배출부의 연결 방향은 장치의 상류부로부터 배출부에 도달하는 분말 입자의 흐름 회전이 유지되는 방향으로 설

정되는 것이 바람직하다.

[0027] 본 장치에서는, 장치에 공급되는 압축 가스, 열풍 및 냉풍의 유량들의 총량(QIN)과 송풍기에 의해 흡입되는 공기량(QOUT)의 관계가 $QIN \leq QOUT$ 의 관계를 만족하도록 조정될 수 있다. QIN과 QOUT이 상술한 관계를 만족하면, 장치 내의 압력이 부압이 되고, 이 부압은 분말 입자가 장치 내에 체류하는 것을 방지하며, 입자의 융합과 장치 내부에 대한 입자의 융착이 억제된다.

[0028] 장치 내의 축 중심부에 원통형 풀(도시되지 않음)이 설치될 수도 있다. 상술한 풀이 설치되는 경우, 열처리된 원료가 풀에 융착하는 것을 방지하기 위해, 풀에 재킷이 설치될 수 있다.

[0029] 이하, 본 발명의 열처리 장치에서, 분말 입자가 구형화되는 과정을 설명한다.

[0030] 열풍 공급 유닛(2)으로부터 공급되는 열풍은 열풍 공급 유닛의 출구부의 기류 조정 유닛(2A)에 의해 장치의 내벽면을 따라 나선형으로 회전하면서 장치로 공급된다. 원료 공급 유닛(5)으로부터 공급된 분말 입자가 열풍 공급 유닛(2)으로부터 공급된 열풍에 편승함으로써, 분말 입자들 간의 충돌 비율이 완화되며, 분말 입자의 융합이 억제된다. 또한, 분말 입자가 열풍 공급 유닛(2)으로부터 공급되는 열풍에 편승함으로써, 입자 직경이 큰 분말 입자는 흐름의 외주 측에서 회전 반경이 큰 유로를 통과하게 된다. 한편, 입자 직경이 작은 분말 입자는 흐름의 내주 측에서 회전 반경이 작은 유로를 통과하게 된다. 따라서, 입자 직경이 큰 분말 입자는 장시간 가열되는 반면, 입자 직경이 작은 분말 입자는 단시간 가열된다. 이에 따라, 분말 입자의 입자 크기에 따라 적절한 열량이 분말 입자에 제공될 수 있다.

[0031] 또한, 열처리 장치가 원료 공급 유닛(5)의 출구부에 설치된 조정 유닛(5A)을 더 구비하고, 원료 공급 유닛(5)에서 분말 입자가 압축 가스에 의해 수송되며, 분말 입자의 흐름과 열풍의 회전 방향이 동일한 방향으로 조정되는 경우, 분말 입자가 구형화되는 과정을 이하에서 설명한다.

[0032] 원료 공급 유닛(5)에 공급되는 분말 입자는 압축 가스에 의해 수송되기 때문에, 분말 입자는 어느 정도 빠른 유속을 가지고 있다. 분말 입자는, 원료 공급 유닛(5)의 출구부의 조정 유닛(5A)으로 인해 연속적인 모멘텀을 가진 상태로, 벽면을 따라 나선형으로 회전하도록 장치에 분산되면서 투입된다. 열풍 공급 유닛(2)으로부터 공급되는 열풍은 열풍 공급 유닛(2)의 출구부의 기류 조정 유닛(2A)으로 인해 나선형으로 회전하면서 장치에 공급된다. 분말 입자의 흐름과 열풍의 회전 방향이 동일한 방향으로 되어 있기 때문에, 장치 내에서의 난류가 억제된다. 이 상태에서 분말 입자가 열풍 공급 유닛(2)으로부터 공급되는 열풍에 편승함으로써, 분말 입자들 간의 충돌 비율이 완화되며, 분말 입자의 융합이 억제된다. 또한, 원료 공급 유닛에 의해 장치로 분사될 때, 입자 직경의 차이에 따라 큰 분말 입자는 흐름의 외주 측에서 흐르고 작은 입자는 흐름의 내주 측에서 흐르도록, 분말 입자가 분급(classified)된다. 이 상태에서 분말 입자가 열풍 공급 유닛(2)으로부터 공급되는 열풍에 편승함으로써, 입자 직경이 큰 분말 입자는 흐름의 외주 측에서 회전 반경이 큰 유로를 통과하게 되며, 입자 직경이 작은 분말 입자는 흐름의 내주 측에서 회전 반경이 작은 유로를 통과하게 된다. 따라서, 입자 직경이 큰 분말 입자는 장시간 가열되는 반면, 입자 직경이 작은 분말 입자는 단시간 가열되므로, 입자 직경에 따라 적절한 열량이 분말 입자에 제공될 수 있다.

[0033] 종래에 제안되었던 열처리 장치는, 분말 입자의 분사구가 열풍 내에 설치되고, 압축 공기에 의해 열풍 내에 분말 입자가 분산되는 구성을 갖고 있었다. 그러나, 이러한 구성을에서는 분말 입자의 입자 직경에 따라 적절한 열량을 분말 입자에 추가할 수 없고, 분말 입자의 입자 직경에 따라 원형도가 변하는 경향이 있다. 이는 열처리된 분말 입자에서 처리되지 않은 분말 입자의 혼합 비율이 높아진다는 것을 의미한다. 한편, 처리되지 않은 분말 입자의 혼합 비율을 낮추기 위해 더 많은 열량을 분말 입자에 제공하면, 과도하게 구형화된 분말 입자의 비율이 상승하고, 및/또는 분말 입자의 융합이 발생한다.

[0034] 도 5는 종래의 열처리 장치가 사용된 경우와 본 발명에 따른 열처리 장치가 사용된 경우에서 얻어진 분말 입자의 원형도 분포를 나타내고 있다. 도 5에서, 실선은 본 발명에 따른 열처리 장치에서 열처리된 분말 입자의 원형도 분포를 나타내며, 점선은 종래의 열처리 장치에서 열처리된 분말 입자의 원형도 분포를 나타낸다. 또한, 열처리되기 전의 분말 입자(원료)의 원형도 분포가 실선으로 표시되어 있다. 열처리된 이후의 분말 입자의 평균 원형도가 0.970이 되도록 종래의 열처리 장치를 이용하여 분말 입자를 열처리한 경우, 원형도가 0.990 이상인 입자의 존재 비도가 극히 높아지고, 평균 원형도 값이 원형도 분포에서 피크를 나타내는 원형도와 크게 차이 난다.

[0035] 한편, 열처리된 이후의 분말 입자의 평균 원형도가 0.970이 되도록 본 발명에 따른 열처리 장치를 이용하여 분말 입자를 열처리한 경우, 원형도가 0.990 이상인 입자의 존재 비도가 비교적 낮아지고, 원형도 분포에서 피크

원형도가 평균 원형도 값과 차이나지 않는다. 또한, 열처리된 이후의 분말 입자의 평균 원형도가 0.955로 조정된 경우에도, 원형도 분포에서 원형도가 낮은 분말 입자(즉, 처리되지 않은 분말 입자)의 비율이 적고, 분말 입자가 균일한 상태에 가깝게 열처리된다.

[0036] 도 6은 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도가 평균 원형도에 대해 어떻게 변화하는지를 나타내고 있다.

[0037] 종래의 장치에서 입자가 열처리된 경우와 비교하면, 본 발명에 따른 장치에서 입자가 열처리된 경우, 평균 원형도에서도 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도가 낮다. 또한, 토너의 평균 원형도를 상승시킨 경우, 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도 증가율도 작다.

[0038] 이하, 토너를 제조하는 과정의 일례에 대해 설명한다. 먼저, 토너 재료인 결착 수지, 착색제 및 왁스와, 임의의 재료를 혼합하는 원료 혼합 공정, 토너 재료를 용융 혼련(kneading)하여 착색 수지 조성물을 얻는 용융 혼련 공정, 착색 수지 조성물을 냉각하는 냉각 공정, 및 착색 수지 조성물을 분쇄하는 분쇄 공정으로, 분말 입자를 얻는다. 그리고, 분말 입자를 상술한 열처리 장치로 처리하는 열처리 공정과, 필요에 따라, 열처리된 이후의 분말 입자를 분급하는 분급 공정 및 토너 입자와 외첨제를 외부에서 혼합하는 외첨 공정으로, 토너를 얻는다.

[0039] 이하, 각각의 공정을 구체적으로 설명한다.

[0040] 원료 혼합 공정에서는, 토너 재료로서의 결착 수지, 착색제, 왁스 등을 소정량 청량(秤量)하여 혼합한다. 혼합 장치의 일례로서는 더블 콘 믹서, V자형 믹서, 드럼형 믹서, 슈퍼 믹서, 헨쉘(Henschel) 믹서 및 나우터(Nauta) 믹서 등이 포함된다.

[0041] 그리고, 전술한 토너 재료의 용융 혼련 공정에 의해, 수지를 용융하고, 수지 내에 착색제 등을 분산시킨다. 용융 혼련 공정에서는, 예를 들면, 가압 혼련기, 밴버리(banbury) 믹서 등의 배치식 혼련기와 연속식 혼련기를 사용할 수 있다. 최근에는, 혼합물을 연속적으로 생산할 수 있는 장점이 있기 때문에, 싱글 스크류 또는 트윈 스크류 압출기가 주류를 이루고 있으며, 일반적으로 사용되는 트윈 스크류 압출기에는, 예를 들면, 고베 스텔리 미티드에서 제작한 KTK 타입 트윈 스크류 압출기, 도시바 머신 컴파니 리미티드에서 제작한 TEM 타입 트윈 스크류 압출기, KCK 컴파니 리미티드에서 제작한 트윈 스크류 압출기, 부스 인코포레이티드에서 제작한 코-니더(co-kneader) 등이 포함된다. 또한, 토너 원료를 용융 혼련함으로써 얻어진 착색 수지 조성물을 용융 혼련 후 2개 를 등으로 압연되고, 수냉 기술 등으로 조성물을 냉각하는 냉각 공정을 거쳐 냉각된다.

[0042] 이어서, 착색 수지 조성물의 냉각 물질은 원하는 입자 직경으로 분쇄된다. 분쇄 공정에서는, 먼저, 냉각 물질을 크려서, 해머 밀, 패더 밀 등으로 거칠게 분쇄하고, 가와사키 해비 인더스트리스 리미티드에서 제작한 크립트론 시스템, 니신 엔지니어링 인코포레이티드에서 제작한 슈퍼 로터 등으로 미세하게 분쇄한다. 이에 따라 얻어진 분말 입자를 상술한 열처리 장치로 열처리한다.

[0043] 그 후, 필요에 따라, 관성 분급 방식의 (니테츄 마이닝 컴파니 리미티드에서 제작한) 엘보우-제트, 원심력 분급 방식의 (호소카와 마이크론 코포레이션에서 제작한) 터보플렉스 등의 분급기를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자를 분급하여, 분급 제품(토너 입자)을 얻는다.

[0044] 또한, 토너 입자에 외첨제를 첨가할 수도 있다. 토너 입자에 외첨제를 외부에서 첨가하는 방법으로서는, 토너 입자와 공지의 외첨제를 소정량 배합하고, 헨쉘 믹서 및 슈퍼 믹서 등 분말에 전단력을 제공하는 고속 교반기를 이용하여 배합된 재료를 교반/혼합하는 방법이 포함된다.

[0045] 참고로, 분말 입자에 대해 분급 공정 및 외첨 공정을 수행한 후, 본 발명에 따른 열처리 장치를 이용하여 열처리 공정을 실시할 수도 있다.

[0046] 본 발명에 따른 토너 제조 방법에 의해 얻어진 토너의 중량 평균 입자 직경(D4)은 $4\mu\text{m}$ 이상 $12\mu\text{m}$ 미만이다. 중량 평균 입자 직경(D4)이 $4\mu\text{m}$ 미만인 토너 또는 중량 평균 입자 직경(D4)이 $12\mu\text{m}$ 이상인 토너를 얻으려고 하면, 처리량과 장치 가동 조건의 균형을 잡기가 어려울 수 있다.

[0047] 토너에 함유되는 왁스의 양은 결착 수지 100질량부에 대하여 1질량부 이상 10질량부 미만일 수 있다. 토너에 함유되는 왁스의 양이 상술한 범위 내에 있으면, 종래의 열처리 장치와 비교했을 때, 본 발명에 따른 열처리 장치의 효과(토너의 조립화 및 장치의 내부에 대한 토너의 용착 등의 억제)가 현저하게 나타난다.

[0048] 이하, 상술한 분말 입자 또는 토너 입자의 각종 물성의 측정 방법에 대해 설명한다.

[0049] <중량 평균 입자 직경(D4) 및 개수 평균 입자 직경(D1)의 측정 방법>

- [0050] 토너의 중량 평균 입자 직경(D4) 및 개수 평균 입자 직경(D1)은, 세공(細孔) 전기 저항법으로 $100\mu\text{m}$ 의 애퍼처튜브를 구비한 정밀 입자 크기 분포 측정 장치인 "콜터 카운터 멀티사이저 3"(백맨 콜터 인코포레이티드에서 제작한 제품의 등록상표)와, 측정 조건 설정 및 측정 데이터 분석을 위한 부속 전용 소프트웨어인 (백맨 콜터 인코포레이티드에서 제작한) "백맨 콜터 멀티사이저 3 버전 3.51"을 이용하여 유효 측정 채널 수인 25,000 채널에서 측정되고, 측정된 데이터의 분석을 실시한다.
- [0051] 측정에 사용되는 전해 수용액은 특급 시약인 염화나트륨을 이온 교환수에 용해하여 농도가 약 1 질량%가 되도록 한 용액, 예를 들어, (백맨 콜터 인코포레이티드에서 제작한) "ISOTON II"일 수 있다.
- [0052] 또한, 측정 및 분석하기 전에, 전용 소프트웨어를 다음과 같이 설정한다.
- [0053] 전용 소프트웨어의 "표준 측정 방법(SOM) 변경 화면"에서, 제어 모드의 총 카운트 수를 50,000 입자로 설정하고, 측정 횟수를 1회로 설정하며, K_d 값을 (백맨 콜터 인코포레이티드에서 제작한) "표준 입자 $10.0\mu\text{m}$ "를 이용하여 얻은 값으로 설정한다. 역치/노이즈 레벨의 측정 버튼을 눌러서, 역치/노이즈 레벨을 자동으로 설정한다. 또한, 전류를 $1,600\mu\text{A}$ 로 설정하고, 이득(gain)을 2로 설정하며, 전해액을 ISOTON II로 설정하고, 측정 후 애퍼처튜브의 플러쉬에 체크한다.
- [0054] 전용 소프트웨어의 "펄스에서 입자 직경으로의 변환 설정 화면"에서, 빈(bins) 간격을 대수(對數) 입자 직경으로 설정하고, 입자 직경 빈을 256 입자 직경 빈으로 설정하며, 입자 직경 범위를 $2\mu\text{m}$ 내지 $60\mu\text{m}$ 로 설정한다.
- [0055] 구체적인 측정 방법은 다음과 같다.
- [0056] (1) 멀티사이저 3에 전용화된 250mL 등근 바닥 유리 비커에 상술한 전해 수용액을 약 200mL 투입하고, 이 비커를 샘플 스탠드에 설치한 다음, 전해 수용액을 교반기 막대를 사용하여 반시계 방향으로 초당 24 회전 교반한다. 분석 소프트웨어의 "애퍼처 플러쉬" 기능으로 애퍼처튜브의 오물과 기포를 사전에 제거한다.
- [0057] (2) 100mL 평탄한 바닥 유리 비커에 상술한 전해 수용액을 약 30mL 투입하고, 이 전해 수용액에 "콘테미논 N" (와코 퓨어 케미칼 인더스트리스 리미티드에서 제작하였으며, 비이온 계면 활성제, 음이온 계면 활성제 및 유기 빌더로 구성된 정밀 측정 장비 클리닝용의 pH7의 중성 세제10 질량%를 함유한 수용액)을 이온 교환수와 3질량 배로 희석하여 제조한 희석액을 분산제로서 약 0.3mL 첨가한다.
- [0058] (3) $50\text{k}\Omega$ 의 발진 주파수를 가진 발진기 2개가 위상이 서로로부터 180° 변위된 상태로 내장되며 전기적 출력이 120W 인 초음파 분산 장치 (니카키 바이오스 컴파니 리미티드에서 제작한) "초음파 분산 시스템 테토라 150"의 수조 내에 소정량의 이온 교환수를 투입하고, 이 수조 내에 상술한 콘테미논 N을 약 2mL 첨가한다.
- [0059] (4) 상기 항목 (2)에서 설명한 비커를 상술한 초음파 분산 장치의 비커 고정 홀에 설치하고, 초음파 분산 장치를 작동시킨다. 비커 내의 전해 수용액의 액면의 공진 상태가 최대가 되도록, 비커의 높이 위치를 조정한다.
- [0060] (5) 상기 항목 (4)에서 설명한 비커 내의 전해 수용액에 초음파를 조사한 상태에서, 약 10mg 의 토너를 소량씩 상술한 전해 수용액에 첨가하여 분산시킨다. 그리고, 추가로 60초 동안 초음파 분산 처리를 계속한다. 참고로, 초음파 분산 처리에서는, 수조 내의 수온을 10°C 이상 40°C 이하로 적절히 조절한다.
- [0061] (6) 샘플 스탠드에 설치된 상기 항목 (1)에서 설명한 등근 바닥 비커에 토너가 분산되어 있는 상기 항목 (5)에서 설명한 전해 수용액을 피펫을 사용하여 적하하고, 측정 농도가 약 5%가 되도록 조정한다. 그리고, 측정 입자수가 50,000개에 도달할 때까지 측정한다.
- [0062] (7) 측정 데이터를 장치에 부착된 상술한 전용 소프트웨어로 분석하고, 중량 평균 입자 직경(D4) 및 개수 평균 입자 직경(D1)을 산출한다. 참고로, 중량 평균 입자 직경(D4)은 전용 소프트웨어에서 그래프/부피%를 설정했을 때 나타나는 분석/체적 통계값(산술 평균) 화면의 "평균 반경"이며, 개수 평균 입자 직경(D1)은 전용 소프트웨어에서 그래프/개수%를 설정했을 때 나타나는 분석/개수 통계값(산술 평균) 화면의 "평균 반경"이다.
- [0063] <미분량 산출 방법>
- [0064] 토너 내의 개수를 기준으로 한 미분량(개수%)은 다음과 같이 산출된다.
- [0065] 토너 내에서 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 입자의 개수%는, (1) 상술한 멀티사이저 3으로 직경을 측정한 후, 전용 소프트웨어에 그레프/개수%로 디스플레이를 설정하고, 개수% 표시에 측정 차트를 설정하며; (2) 서식/입자 직경/입자 직경 통계의 화면에서 입자-직경-설정 부분의 "<"에 마크하고, 입자-직경-설정 부분 아래의 입자-직경-입력 부분에 "4"를 입력하며; 그리고 (3) 분석/개수 통계값(산술 평균) 화면이 " $<4\mu\text{m}$ " 표시부에 수치를 표시하도록 함으로

써, 결정되며, 상기 수치가 토너 내에서 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 입자의 개수%이다.

[0066] <조분량(粗粉量) 산출 방법>

[0067] 토너 내의 체적을 기준으로 한 조분량(체적%)은 다음과 같이 산출된다.

[0068] 예를 들면, 토너 내에서 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 입자의 체적%는, (1) 상술한 멀티사이저 3으로 직경을 측정한 후, 전용 소프트웨어에서 그래프/체적%로 디스플레이를 설정하고, 체적% 표시에 측정 차트를 설정하며; (2) 서식/입자 직경/입자 직경 통계의 화면에서 입자-직경-설정 부분의 ">"에 마크하고, 입자-직경-설정 부분 아래의 입자-직경-입력 부분에 "10"을 입력하며; 그리고 (3) 분석/체적 통계값(산술 평균) 화면이 "> $10\mu\text{m}$ " 표시부에 수치를 표시하도록 함으로써, 결정되며, 상기 수치가 토너 내에서 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 입자의 체적%이다.

[0069] <토너 입자의 평균 원형도 측정>

[0070] 토너 입자의 평균 원형도는 플로우 타입 입자상 분석 장치인(시스멕스 코포레이션에서 제작한) "FPIA-3000-type"에서 교정 작업시의 측정/분석 조건으로 측정된다.

[0071] 구체적인 측정 방법은, 이온 교환수 $20\text{m}\ell$ 에 분산제이며 알킬벤젠 술폰산염일 수 있는 계면 활성제를 적당량 첨가한 다음, 이 용액에 측정 시료 0.02g 을 첨가하고; 이 액체를 발진 주파수가 50kHz 이고 전기적 출력이 150W 인 탁상형 초음파 클리너 분산 장치(예를 들면, (벨보-클리어에서 제작한) "VS-150" 등)를 이용하여 2분간 분산 처리하며; 이 액체를 측정용 분산액으로서 이용하는 것을 포함한다. 이 때, 분산액의 온도가 10°C 이상 40°C 이하의 범위에 있도록 분산액을 적절하게 냉각한다.

[0072] 측정을 위해 표준 대물 렌즈(10배)가 탑재된 상술한 플로우 타입 입자상 분석 장치를 이용하며, 시스액(sheath liquid)으로서 (시스멕스 코포레이션에서 제작한) 입자 시스 "PSE-900A"를 사용한다. 상술한 과정에 따라 조정된 분산액을 상술한 플로우 타입 입자상 분석 장치에 도입하고, HPF 측정 모드의 총 카운트 모드에서 3,000개의 토너 입자를 측정한다. 입자 분석시의 이진화 역치를 85%로 설정하고, 분석 입자 직경을 $2.00\mu\text{m}$ 이상 $200.00\mu\text{m}$ 이하의 원 상당 직경으로 한정하며, 토너 입자의 평균 원형도를 결정한다.

[0073] 측정을 개시하기 전에, 표준 라텍스 입자(예를 들면, 이온수로 희석된 듀크 사이언티픽 코포레이션에서 제작한 5200A)를 이용하여 자동 초점 조정을 실시한다. 그 후, 측정 개시 후 2시간마다 자동 초점 조정을 실시할 수 있다.

[0074] 본 실시예에서는, 시스멕스 코포레이션에서 교정 작업을 실시하고 시스멕스 코포레이션에서 교정 인증서를 발급한 플로우 타입 입자상 분석 장치를 사용하여, 분석 입자 직경을 $2.00\mu\text{m}$ 이상 $200.00\mu\text{m}$ 이하의 원 상당 직경으로 한정한 것 이외에는, 인증서가 발급되었을 때의 측정 및 분석 조건에서 평균 원형도를 측정하였다.

[0075] <GPC에 의한 분자량(메인 피크)의 측정>

[0076] 겔 침투 크로마토그래피(GPC)에 의해 크로마토그램을 기준으로 한 분자량이 다음과 같은 조건에서 측정된다.

[0077] 40°C 의 열 챔버에서 칼럼을 안정화시키고, 40°C 의 칼럼에 용매로서 테트라하이드로퓨란(THF)을 분당 $1\text{m}\ell$ 의 유속으로 흐르게 하며, 시료 농도가 0.5 질량%로 조정된 수지의 THF 시료 용액 $100\mu\text{m}$ 을 칼럼에 주입함으로써, 분자량을 측정한다. 검출기로서 RI(굴절률) 검출기를 사용한다. 10^3 내지 2×10^6 의 분자량 범위를 정확하게 측정하기 위해, 칼럼으로서 복수의 상업용 폴리스티렌 겔 칼럼들을 서로 조합하는 것도 허용 가능하다. 예를 들면, 위터스 코포레이션에서 제작한 μ -styragel 500, 103, 104 및 105의 조합이나, 쇼와 텐코 가부시키가이샤에서 제작한 shodex KA-801, 802, 803, 804, 805, 806 및 807의 조합이 있을 수 있다.

[0078] 시료의 분자량 분포를 몇몇 종류의 단분산 폴리스티렌 표준 시료에 의해 제작된 검량선(檢量線)의 대수값과 카운트 수의 관계로부터 산출함으로써, 시료의 분자량을 측정한다. 검량선을 작성하기 위해 사용되는 표준 폴리스티렌 시료로서는, 예를 들어, 프레셔 케미칼 컴파니 또는 토소 컴파니 리미티드에서 제작한 6×10^2 , 2.1×10^3 , 4×10^3 , 1.75×10^4 , 5.1×10^4 , 1.1×10^5 , 3.9×10^5 , 8.6×10^5 , 2×10^6 , 4.48×10^6 의 분자량을 가진 시료가 포함된다. 적어도 대략 10개의 표준 폴리스티렌 시료를 사용하는 것이 적당하다.

[0079] 실시예

[0080] 이하, 실시예와 비교예를 참조하여, 본 발명을 더욱 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 한정되는

것은 아니다.

[0081] [폴리에스테르 수지 1의 제조]

냉각관, 교반기 및 질소 도입관이 구비된 반응조에서 이하의 재료를 청량한다.

- 테레프탈산

17.5 질량부

- 폴리옥시에틸렌(2.2)-2,2-비스(4-하이드록시페닐)프로판 76.3 질량부

- 티타늄 디하이드록시 비스(트리에탄올 아미네이트) 0.2 질량부

그 후, 이 재료들을 220°C로 가열하면서 8시간 동안 반응시키고, 재료들에 질소를 도입하면서 생성되는 물을 반응물로부터 제거하였다. 그 후, 반응물에 무수 트리멜리트 1.5 질량부를 첨가하고, 혼합물을 180°C로 가열하며, 반응물을 무수 트리멜리트와 4시간 동안 반응시킴으로써, 폴리에스테르 수지 1을 합성하였다.

[0087] GPC에서 구한 폴리에스테르 수지 1의 분자량에 있어서, 중량 평균 분자량(M_w)은 82,000이었고, 개수 평균 분자량(M_n)은 3,400이었으며, 피크 분자량(M_p)은 8,200이었다. 또한, 유리 전이 온도(T_g)가 63°C이었고, 연화점(1/2법)이 110°C이었다.

[0088] (분말 입자의 제조)

- 폴리에스테르 수지 1 100 질량부

- 파라핀 왁스(최대 흡열 피크에서 피크 온도 78°C) 5 질량부

- 3,5-디-티-부틸살리실산의 알루미늄 화합물 1.0 질량부

- C. I. 피그먼트 블루 15:3 5 질량부

[0093] 상술한 처방의 재료를 헨셀 믹서(미츠이 미이케 케미칼 엔지니어링 머시너리 컴파니 리미티드에서 제작한 FM-75 타입)로 혼합한 후, 온도를 120°C로 설정한 이축 혼련기(이케가이 코포레이션에서 제작한 PCM-30 타입)로 혼련하였다. 얻어진 혼련물을 냉각시키고, 해머 밀에서 1mm 이하로 거칠게 분쇄하였다. 이에 따라, 거칠게 분쇄된 물질을 얻었다. 얻어진 거칠게 분쇄된 수지를 기계식 분쇄기(터보 코고 컴파니 리미티드에서 제작한 T-250)로 분쇄하여, 분말 입자를 얻었다.

[0094] 얻어진 분말 입자를 코안다 효과(Coanda effect)를 이용한 다중 분할 분급기를 이용하여 더 분급하였다. 이때, 분급 후의 분말 입자에서, 중량 평균 입자 직경(D4)이 $6.2\mu\text{m}$ 이상 $6.8\mu\text{m}$ 이하가 되고, 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자가 20 개수% 이상 35 개수% 이하가 되며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자가 1.0 체적% 이하가 되도록, 분급기의 조건을 조정하였다.

[0095] 얻어진 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경(D4)은 $6.2\mu\text{m}$ 이었고, 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자가 26.7 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자가 0.2 부피%이었다. 또한, FPIA3000으로 원형도를 측정한 결과, 평균 원형도가 0.940였다. 이 분말 입자를 이하에서는 "분말 입자(A)"라 한다.

실시예 1

[0097] 도 1a 내지 도 1c에 나타낸 열처리 장치를 이용하여 분말 입자를 열처리하였다.

[0098] 본 실시예에 사용된 장치에서는, 열풍 공급 유닛과 제1 노즐을 일체적으로 형성하였다. 열풍 공급 유닛의 출구부에서 제1 노즐과 제2 노즐 사이에 루버를 설치하고, 이를 통해 장치의 내벽면을 따라 열풍이 나선형으로 회전하면서 흐르게 하였다. 또한, 장치의 단면에서, 제1 노즐의 능선이 이루는 각도(장치의 상류 측으로부터 하류 측을 향해 확장되는 각도)를 40° 로 설정하였고, 제2 노즐의 능선이 이루는 각도를 60° 로 설정하였으며, 제2 노즐의 하단부에 복귀부를 설치하였다. 복귀부의 능선이 이루는 각도를 140° 로 설정하였다.

[0099] 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.970이 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0100] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr , 열풍 온도(T_1) = 160°C , 열풍 풍량(Q_1) = $10.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 1의 총량(Q_2) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 2의 총량(Q_3) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 압축 가스의 풍량(IJ) = $1.4\text{m}^3/\text{min}$, 송풍기의 풍량(Q_4) = $21.0\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0101] 이러한 운전 조건을 표 1에 요약하였다.

[0102] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.3\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 26.1 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 1.9 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도는 14.2%이었다.

[0103] 그 다음, 이송량(F)을 40kg/hr 로 변경하고, 다른 운전 조건의 변경 없이, 분말 입자(A)를 열처리하였다. 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.4\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 25.8 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 4.2 체적%이었다. 또한, 평균 원형도는 0.964이었다.

[0104] 그 다음, 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.955가 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0105] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr , 열풍 온도($T1$) = 155°C , 열풍 풍량($Q1$) = $7.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 1의 총량($Q2$) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 2의 총량($Q3$) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 압축 가스의 풍량(IJ) = $1.4\text{m}^3/\text{min}$, 송풍기의 풍량($Q4$) = $18.0\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0106] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.2\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 26.3 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 0.4 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도는 10.6%이었다.

[0107] 각각의 열처리 조건에서 얻어진 열처리 분말 입자에 대해 다음과 같은 기준으로 평가를 실시하였다.

[0108] (평가 기준 1)

[0109] 이송량을 40kg/hr 로 설정하고 평균 원형도를 0.970으로 설정하였을 때의 열처리된 분말 입자의 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도를 평가하였다.

[0110] A: 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도가 20% 미만이다.

[0111] B: 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도가 20% 이상이다.

[0112] (평가 기준 2)

[0113] 아래의 식에 따라, 처리량을 증가시켰을 때, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 증가율(체적%)을 평가하였다.

[0114] "입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 증가율(체적%)" = "이송량을 40kg/hr 로 설정하고 평균 원형도를 0.970으로 설정하였을 때, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 열처리된 분말 입자의 비율(체적%)" - "이송량을 15kg/hr 로 설정하고 평균 원형도를 0.970으로 설정하였을 때, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 열처리된 분말 입자의 비율(체적%)"

[0115] A: 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 증가율이 0(체적%) 이상 3.0(체적%) 미만이다.

[0116] B: 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 증가율이 3.0(체적%) 이상 5.0(체적%) 미만이다.

[0117] C: 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 증가율이 5.0(체적%) 이상 10.0(체적%) 미만이다.

[0118] D: 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 증가율이 10.0(체적%) 이상 15.0(체적%) 미만이다.

[0119] E: 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 증가율이 15.0(체적%) 이상이다.

[0120] (평가 기준 3)

[0121] 평균 원형도를 0.955로 설정했을 때 얻어지는 열처리된 분말 입자의 원형도 분포에서, 분말 입자(A)의 평균 원형도인 0.940 이하의 원형도를 가진 입자의 비율을 "Ha"라 하였다.

[0122] 실시예 1의 Ha를 결정하고, 후술하는 비교예 1 내지 비교예 3의 Ha와 비교하여, 아래의 식으로 표현된 Z로 평가하였다. 또한, 비교예 1 내지 비교예 3에 대해 각각 Z값을 구하였다.

[0123] $Z = \text{실시예의 Ha} / \text{비교예의 Ha}$

[0124] A: $Z < 1.0$

[0125] B: $Z \geq 1.0$

[0126] (평가 기준 4)

[0127] 장치 내에서의 융착 유무에 대해 평가하였다.

[0128] A: 장치 내에서 융착이 발생하지 않았다.

[0129] B: 장치 내에서 융착이 발생하였다.

[0130] 상술한 평가 결과, 실시예 1에서 이송량을 증가시킨 경우에도, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 입자의 증가가 억제되었다. 또한, 평균 원형도를 0.970으로 설정한 상태에서 입자를 열처리한 경우에도, 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도가 억제되었다. 이러한 결과를 표 2에 요약하였다.

실시예 2

[0132] 도 2에 나타낸 장치를 이용하여 분말 입자(A)를 열처리하였다. 본 실시예에서 사용된 장치는 실시예 1에서 사용된 장치에서 원료 공급 유닛의 조정부가 제거된 구성으로 되어 있었다.

[0133] 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.970이 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0134] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr , 열풍 온도($T1$) = 160°C , 열풍 풍량($Q1$) = $10.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 1의 총량($Q2$) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 2의 총량($Q3$) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 압축 가스의 풍량(IJ) = $1.5\text{m}^3/\text{min}$, 송풍기의 풍량($Q4$) = $21.5\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0135] 이러한 운전 조건을 표 1에 요약하였다.

[0136] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.3\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 26.2 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 1.8 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도는 15.8%이었다.

[0137] 그 다음, 이송량(F)을 40kg/hr 로 변경하고, 다른 운전 조건의 변경 없이, 분말 입자(A)를 열처리하였다. 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.4\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 25.9 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 3.9 체적%이었다. 또한, 평균 원형도는 0.965이었다.

[0138] 그 다음, 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.955가 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0139] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr , 열풍 온도($T1$) = 155°C , 열풍 풍량($Q1$) = $7.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 1의 총량($Q2$) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 2의 총량($Q3$) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 압축 가스의 풍량(IJ) = $1.5\text{m}^3/\text{min}$, 송풍기의 풍량($Q4$) = $18.0\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0140] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.2\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 26.3 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 0.5 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도는 11.2%이었다.

실시예 3

[0142] 본 실시예에 사용된 장치에는 도 3에 나타낸 형상(노즐의 단부에 리브가 설치되고 복귀부가 없는 형상)을 가진 제2 노즐이 설치되어 있었다. 그 이외는 실시예 1에 사용된 장치와 동일한 구성을 갖는다.

[0143] 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.970이 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0144] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr , 열풍 온도($T1$) = 170°C , 열풍 풍량($Q1$) = $10.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 1의 총량($Q2$) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 2의 총량($Q3$) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 압축 가스의 풍량(IJ) = $1.4\text{m}^3/\text{min}$, 송풍기의 풍량($Q4$) = $21.0\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0145] 이러한 운전 조건을 표 1에 요약하였다.

[0146] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.3\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 26.2 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 1.6

체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도는 16.4%이었다.

[0147] 그 다음, 이송량(F)을 40kg/hr로 변경하고, 다른 운전 조건의 변경 없이, 분말 입자(A)를 열처리하였다. 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.5\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 25.3 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 4.8 체적%이었다. 또한, 평균 원형도는 0.965이었다.

[0148] 그 다음, 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.955가 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0149] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr, 열풍 온도(T1) = 155°C, 열풍 풍량(Q1) = $8.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 1의 총량(Q2) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 2의 총량(Q3) = $2.0\text{m}^3/\text{min}$, 압축 가스의 풍량(IJ) = $1.4\text{m}^3/\text{min}$, 송풍기의 풍량(Q4) = $19.0\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0150] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.3\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 25.8 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 0.6 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도는 11.8%이었다.

실시예 4

[0152] 도 4에 나타낸 장치를 이용하여 분말 입자를 열처리하였다. 본 실시예에 따른 장치에서는 배출부가 장치의 하부를 향하고 있으며, 그 이외는 실시예 1에 사용된 장치와 동일한 구성을 갖는다.

[0153] 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.970이 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0154] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr, 열풍 온도(T1) = 170°C, 열풍 풍량(Q1) = $10.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 1의 총량(Q2) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 2의 총량(Q3) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 압축 가스의 풍량(IJ) = $1.6\text{m}^3/\text{min}$, 송풍기의 풍량(Q4) = $22.0\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0155] 이러한 운전 조건을 표 1에 요약하였다.

[0156] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.3\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 25.9 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 2.2 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도는 16.1%이었다.

[0157] 그 다음, 이송량(F)을 40kg/hr로 변경하고, 다른 운전 조건의 변경 없이, 분말 입자(A)를 열처리하였다. 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.5\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 25.4 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 5.3 체적%이었다. 또한, 평균 원형도는 0.963이었다.

[0158] 그 다음, 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.955가 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0159] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr, 열풍 온도(T1) = 155°C, 열풍 풍량(Q1) = $8.5\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 1의 총량(Q2) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 2의 총량(Q3) = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 압축 가스의 풍량(IJ) = $1.4\text{m}^3/\text{min}$, 송풍기의 풍량(Q4) = $20.0\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0160] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.3\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 26.5 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 0.8 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도는 12.1%이었다.

[0161] 실시예 2, 실시예 3 및 실시예 4에 대해서도 실시예 1과 동일한 방식으로 평가를 실시하였다. 평가 결과를 표 2에 나타내었다.

비교예 1

[0163] 본 비교예에서는 도 7에 나타낸 장치를 이용하여 분말 입자를 열처리하였다. 도 7에 나타낸 장치에서는, 원료 공급 유닛(도면의 참조번호 21)이 열풍 공급 유닛(도면의 참조번호 22) 내에 삽입되며, 열풍 공급 유닛의 외주부에는 외기 도입부(도면의 참조번호 23)가 설치되어 있다. 원료 공급 유닛(21)의 출구부에는 분산판(24)이 설치되어 있으며, 원료 공급 유닛으로부터 공급된 분말 입자가 분산판에 의해 분산된다. 도 7에 나타낸 장치에

는, 장치 내에서 열풍을 회전시키기 위한 기류 조정 유닛이 마련되어 있지 않다.

[0164] 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.970이 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0165] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr, 열풍 온도 = 300°C, 열풍 풍량 = 10.0m³/min, 냉풍 풍량 = 10.0m³/min, 분사 유량 = 3.0m³/min이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0166] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 6.4μm이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 4.0μm 이하인 분말 입자의 비율은 25.2 개수%이었으며, 입자 직경이 10.0μm 이상인 분말 입자의 비율은 2.3 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도는 36.3%이었다.

[0167] 그 다음, 이송량(F)을 40kg/hr로 변경하고, 다른 운전 조건의 변경 없이, 분말 입자(A)를 열처리하였다. 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 7.1μm이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 4.0μm 이하인 분말 입자의 비율은 24.1 개수%이었으며, 입자 직경이 10.0μm 이상인 분말 입자의 비율은 16.2 체적%이었다. 또한, 평균 원형도는 0.962이었다.

[0168] 그 다음, 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.955가 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0169] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr, 열풍 온도 = 250°C, 열풍 풍량 = 10.0m³/min, 냉풍 풍량 = 10.0m³/min, 분사 유량 = 3.0m³/min이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0170] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 6.3μm이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 4.0μm 이하인 분말 입자의 비율은 26.3 개수%이었으며, 입자 직경이 10.0μm 이상인 분말 입자의 비율은 1.1 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도는 15.6%이었다.

[0171] 또한, 열처리 종료 후 장치 내부를 관찰한 결과, 분말 입자 공급 노즐의 하부에 설치된 분산판에서 분말 입자의 융착이 관찰되었다. 이러한 결과는 비교적 짧은 사이클로 장치의 유지 보수가 필요하다는 것을 시사하며, 생산 안정성 면에서 염려가 된다.

[0172] 입자 직경이 10.0μm 이상인 입자가 증가하는 이유는 다음과 같다고 생각된다. 도 7에 나타낸 장치에서는, 원료 공급 유닛(분말 입자 공급 노즐)이 열풍 속에 삽입되어 있으며, 노즐의 출구부가 열을 유지하고 있다. 이 때문에, 노즐의 출구부에서 분말 입자가 융합하고, 조립이 증가한다. 특히, 악스를 많이 함유하고 있는 토너를 열처리하는 경우, 열처리에 의해 악스의 침출이 증가하고, 토너의 융합이 쉽게 발생하는 경향이 있다.

[0173] 또한, 본 비교예를 실시예와 비교하면, 본 비교예는 공급되는 열풍의 유량, 냉풍 유량 및 분사 유량이 많고 열풍 온도도 높기 때문에, 제조 에너지 관점에서도 바람직하지 않다.

[0174] 또한, 평균 원형도를 0.970로 설정했을 때 얻어진 열처리된 분말 입자의 원형도 분포에서, 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도가 실시예에 비해 높다. 이러한 결과는 열풍 온도가 실시예의 구성을 가진 장치에 비해 높고, 분말 입자를 구형화할 때의 효율이 나쁜 것에 원인이 있다. 또한, 평균 원형도를 0.955로 설정했을 때 얻어진 열처리된 분말 입자의 원형도 분포에서, 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도가 실시예에 비해 높다. 이러한 결과도 분말 입자를 구형화할 때의 효율이 나쁜 것에 원인이 있다.

비교예 2

[0176] 본 비교예에서는 도 8a 및 도 8b에 나타낸 장치를 이용하여 분말 입자를 열처리하였다. 참고로, 도 8b는 도 8a의 8B-8B 선을 따라 취한 단면을 나타낸다. 도 8a 및 도 8b에 나타낸 장치에서는 장치의 축 중심부에 열풍 공급 유닛(도면의 참조번호 31)이 설치되어 있고, 열풍 공급 유닛의 외주부에 원료 공급 유닛(도면의 참조번호 32)이 설치되어 있으며, 원료가 열풍을 향해 분사된다. 열풍 공급 유닛의 하류 측에 냉풍 공급 유닛인 외기 도입구(도면의 참조번호 33)가 설치되어 있고, 열처리된 이후의 분말 입자가 장치 내에서 벽면을 따라 나선형으로 회전하도록 구성되어 있다. 또한, 열풍 공급 유닛의 하류 측에는 장치 내의 반송로, 냉각용 냉풍 공급 유닛이 설치되어 있다(도시되지 않음).

[0177] 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.970이 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0178] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr, 열풍 온도 = 230°C, 열풍 풍량 = 10.0m³/min, 상부 냉풍 풍

량 = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 하부 냉풍 풍량 = $8.0\text{m}^3/\text{min}$, 분사 유량 = $1.8\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0179] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.5\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 24.9 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 3.2 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도는 31.4%이었다.

[0180] 그 다음, 이송량(F)을 40kg/hr 로 변경하고, 다른 운전 조건의 변경 없이, 분말 입자(A)를 열처리하였다. 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $7.1\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 23.6 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 14.5 체적%이었다. 또한, 평균 원형도는 0.962이었다.

[0181] 그 다음, 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.955가 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0182] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr , 열풍 온도 = 200°C , 열풍 풍량 = $9.0\text{m}^3/\text{min}$, 상부 냉풍 풍량 = $4.0\text{m}^3/\text{min}$, 하부 냉풍 풍량 = $8.0\text{m}^3/\text{min}$, 분사 유량 = $1.7\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0183] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.3\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 25.8 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 1.3 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도는 14.5%이었다.

[0184] 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 입자가 증가하는 이유는 다음과 같다고 생각된다. 도 8a 및 도 8b에 나타낸 장치에서는, 원료 공급 유닛(분말 입자 공급 노즐)이 열풍을 향하고 있기 때문에, 열풍으로 분사된 분말 입자가 쉽게 서로 충돌하여 융합하는 경향이 있다. 특히, 왁스를 많이 함유하고 있는 토너를 열처리하는 경우, 열처리에 의해 왁스의 침출이 증가하고, 토너의 융합이 쉽게 발생하는 경향이 있다.

[0185] 또한, 평균 원형도를 0.970로 설정했을 때 얻어진 열처리된 분말 입자의 원형도 분포에서, 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도가 실시예에 비해 높다. 이러한 결과는 열풍 온도가 실시예의 구성을 가진 장치에 비해 높고, 분말 입자를 구형화할 때의 효율이 나쁜 것에 원인이 있다. 또한, 열처리된 이후 분말 입자가 선회하는 흐름에 편승하게 되므로, 열처리에서 분말 입자의 분급 효과도 기대할 수 없다.

[0186] 또한, 평균 원형도를 0.955로 설정했을 때 얻어진 열처리된 분말 입자의 원형도 분포에서, 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도가 실시예에 비해 높다. 이러한 결과도 분말 입자를 구형화할 때의 효율이 나쁜 것에 원인이 있다.

비교예 3

[0188] 본 비교예에서는 도 9에 나타낸 장치를 이용하여 분말 입자를 열처리하였다. 도 9에 나타낸 장치에서는, 원료 가 원료 공급 유닛(도면의 참조번호 41) 내에서 회전하며 열풍에 투입된다. 또한, 열풍 공급 유닛(42)에는 기류 조정부(도면의 참조번호 43)가 설치되어 있다.

[0189] 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.970이 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0190] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr , 열풍 온도 = 250°C , 열풍 풍량 = $10.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 풍량 = $10.0\text{m}^3/\text{min}$, 분사 유량 = $2.5\text{m}^3/\text{min}$ 이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0191] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.4\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 25.9 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 2.2 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도는 29.8%이었다.

[0192] 그 다음, 이송량(F)을 40kg/hr 로 변경하고, 다른 운전 조건의 변경 없이, 분말 입자(A)를 열처리하였다. 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 $6.9\mu\text{m}$ 이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 $4.0\mu\text{m}$ 이하인 분말 입자의 비율은 24.6 개수%이었으며, 입자 직경이 $10.0\mu\text{m}$ 이상인 분말 입자의 비율은 9.4 체적%이었다. 또한, 평균 원형도는 0.963이었다.

[0193] 그 다음, 상술한 구성의 장치를 이용하여, 열처리된 이후의 분말 입자(A)의 평균 원형도가 0.955가 되도록, 분말 입자(A)를 열처리하였다.

[0194] 이때의 운전 조건에 있어서, 이송량(F) = 15kg/hr , 열풍 온도 = 220°C , 열풍 풍량 = $10.0\text{m}^3/\text{min}$, 냉풍 풍량 =

10.0m³/min, 분사 유량 = 2.5m³/min이며, 운전 시간은 1시간으로 설정하였다.

[0195] 이때 얻어진 열처리된 분말 입자에 있어서, 중량 평균 입자 직경은 6.3μm이었고, 입자 크기 분포에서 입자 직경이 4.0μm 이하인 분말 입자의 비율은 26.0 개수%이었으며, 입자 직경이 10.0μm 이상인 분말 입자의 비율은 0.8 체적%이었다. 또한, 원형도 분포에서 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도는 13.2%이었다.

[0196] 입자 직경이 10.0μm 이상인 입자가 증가하는 이유는 다음과 같다고 생각된다. 도 9에 나타낸 장치에서는, 원료 공급 유닛(분말 입자 공급 노즐)이 열풍 속에 삽입되어 있으며, 노즐의 출구부가 열을 유지하고 있다. 이 때문에, 노즐의 출구부에서 분말 입자가 융합하고, 조립이 증가한다. 특히, 왁스를 많이 함유하고 있는 토너를 열처리하는 경우, 열처리에 의해 왁스의 침출이 증가하고, 토너의 융합이 쉽게 발생하는 경향이 있다.

[0197] 또한, 원료 공급 유닛 내에서 원료를 포함한 흐름을 회전시키지만, 장치 내에서 원료를 분산하는 효과가 실제로는 약하다. 이 때문에, 열풍의 풍량과 온도를 올리지 않으면, 분말 입자를 모두 구형화하는 것이 곤란해진다.

[0198] 또한, 열풍 공급 유닛의 출구부의 방향이 축 중심부를 향하고 있기 때문에, 원료의 확산을 차단하고, 회전 반경도 작게 유지되어 버린다. 따라서, 나선형 회전 흐름에 의한 분말 입자의 분산 효과도 작아진다.

[0199] 또한, 본 비교예를 실시예와 비교하면, 본 비교예는 공급되는 열풍의 유량, 냉풍 유량 및 분사 유량이 많고 열풍 온도도 높기 때문에, 제조 에너지 관점에서도 바람직하지 않다.

[0200] 또한, 평균 원형도를 0.970로 설정했을 때 얻어진 열처리된 분말 입자의 원형도 분포에서, 원형도가 0.990 이상인 입자의 빈도가 실시예에 비해 높다. 이러한 결과는 열풍 온도가 실시예의 구성을 가진 장치에 비해 높고, 분말 입자를 구형화할 때의 효율이 나쁜 것에 원인이 있다.

[0201] 또한, 평균 원형도를 0.955로 설정했을 때 얻어진 열처리된 분말 입자의 원형도 분포에서, 원형도가 0.940 이하인 입자의 빈도가 실시예에 비해 높다. 이러한 결과도 분말 입자를 구형화할 때의 효율이 나쁜 것에 원인이 있다.

[0202] 비교예 1, 비교예 2 및 비교예 3에 대해서도 실시예 1과 동일한 방식으로 평가를 실시하였다. 평가 결과를 표 2에 나타내었다.

표 1

	F (kg/hr)	T1 (°C)	Q1 (m ³ /min)	Q2 (m ³ /min)	Q3 (m ³ /min)	Q4 (m ³ /min)	IJ (m ³ /min)
실시예 1	15	160	10.0	4.0	4.0	21.0	1.4
	40						
	15	155	7.0	4.0	4.0	18.0	1.4
실시예 2	15	160	10.0	4.0	4.0	21.5	1.5
	40						
	15	155	7.0	4.0	4.0	18.0	1.5
실시예 3	15	170	10.0	4.0	4.0	21.0	1.4
	40						
	15	155	8.0	4.0	4.0	19.0	1.4
실시예 4	15	170	10.0	4.0	4.0	22.0	1.6
	40						
	15	155	8.5	4.0	4.0	20.0	1.4

[0203]

표 2

	F (kg/hr)	입자 크기 분포			평균 윤형도 번도 (%)	0.990 이상의 번도 (%)	0.940 이하의 번도 (%)	10.0μm 이상의 분말 입자의 증가율
		증량 (μm)	평균 직경 (μm)	4.0 μm 이하 (개수%) (체적%)				
원료								
15	6.2	26.7	0.2	0.940	1.2	41.5	—	—
40	6.4	25.8	4.2	0.964	—	—	—	2.3
15	6.2	26.3	0.4	0.955	—	10.6	—	—
15	6.3	26.2	1.8	0.970	15.8	—	—	—
40	6.4	25.9	3.9	0.965	—	—	—	2.1
15	6.2	26.3	0.5	0.955	—	11.2	—	—
15	6.3	26.2	1.6	0.970	16.4	—	—	—
40	6.5	25.3	4.8	0.965	—	—	—	3.2
15	6.3	25.8	0.6	0.955	—	11.8	—	—
15	6.3	25.9	2.2	0.970	16.1	—	—	—
40	6.5	25.4	5.3	0.963	—	—	—	3.1
15	6.3	26.5	0.8	0.955	—	12.1	—	—
15	6.4	25.2	2.3	0.970	36.3	—	—	—
비교 예 1								
40	7.1	24.1	16.2	0.962	—	—	—	13.9
15	6.3	26.3	1.1	0.955	—	15.6	—	—
15	6.5	24.9	3.2	0.970	31.4	—	—	—
비교 예 2								
40	7.1	23.6	19.7	0.960	—	—	—	16.5
15	6.3	25.8	1.3	0.955	—	14.5	—	—
비교 예 3								
40	6.9	24.6	9.4	0.963	—	—	—	7.2
15	6.3	26.0	0.8	0.955	—	13.2	—	—

표 3

	비교예 1에 대한 Z	비교예 2에 대한 Z	비교예 3에 대한 Z	평가 기준 1	평가 기준 2	비교예 1에 대한 평가 기준 3	비교예 2에 대한 평가 기준 3	비교예 3에 대한 평가 기준 3	평가 기준 4	총합
실시예 1	0.68	0.73	0.80	A	A	A	A	A	A	A
실시예 2	0.72	0.77	0.85	A	A	A	A	A	A	A
실시예 3	0.76	0.81	0.89	A	B	A	A	A	B	A
실시예 4	0.78	0.83	0.92	A	B	A	A	A	A	B
비교예 1			1.08	1.18	B	D	B	B	B	D
비교예 2	0.93			1.10	B	E	A	B	A	D
비교예 3	0.85	0.91		B	C	A	A	A	C	

[0205]

[0206] 상술한 실시예에 의해 얻어진 분말 입자(토너 입자)는, 필요에 따라, 공지의 외첨제가 더 첨가된 후, 토너 제품으로서 공급된다.

[0207] 실시예를 참조하여 본 발명을 설명하였지만, 본 발명이 개시된 실시예에 한정되지 않음을 이해하여야 한다. 이 하의 특허청구범위는 모든 그러한 변형과 등가의 구조 및 기능을 포함하도록 최광의로 해석되어야 한다.

[0208] 본원은 2011년 2월 21일자로 출원된 일본 특허 출원 제2011-034251호를 우선권 주장하며, 이 특허 출원은 참조로서 그 전체가 본 명세서에 통합되어 있다.

부호의 설명

[0209] 1 : 열처리 장치의 본체

2 : 열풍 공급 유닛

2A : 기류 조정 유닛

3 : 냉풍 공급 유닛 1

4 : 냉풍 공급 유닛 2

5 : 원료 공급 유닛

5A : 조정 유닛

6 : 제1 노즐

7 : 제2 노즐

7A : 복귀부

7B : 리브

8 : 배출부

21 : 원료 공급 유닛

22 : 열풍 공급 유닛

23 : 공기 도입부

24 : 분산판

31 : 열풍 공급 유닛

32 : 원료 공급 유닛

33 : 외기 도입구

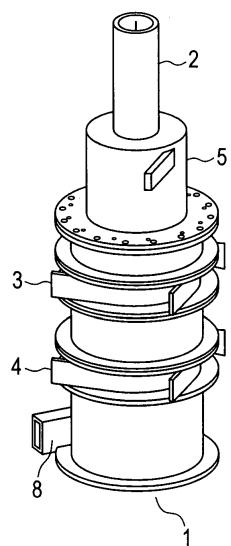
41 : 원료 공급 유닛

42 : 열풍 공급 유닛

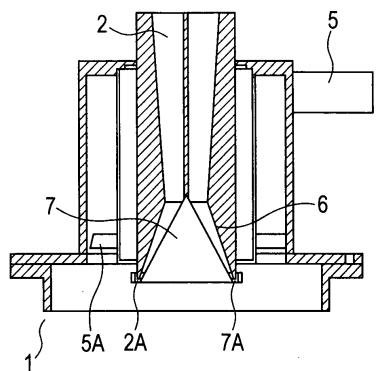
43 : 기류 조정 유닛

도면

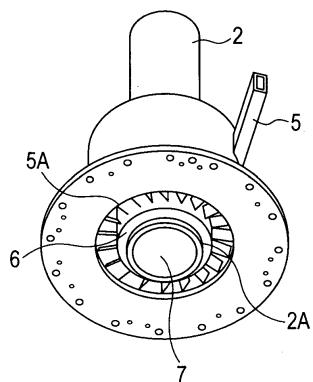
도면1a



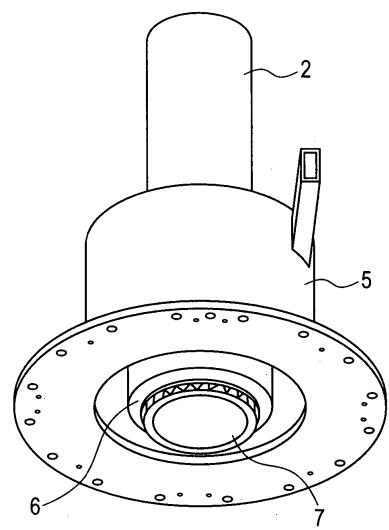
도면1b



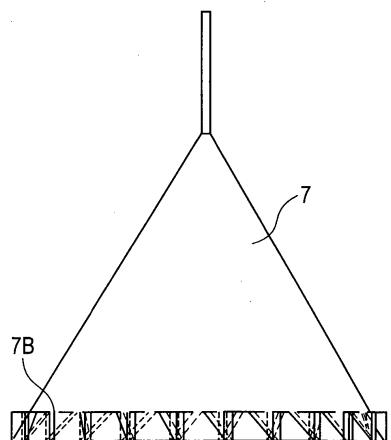
도면1c



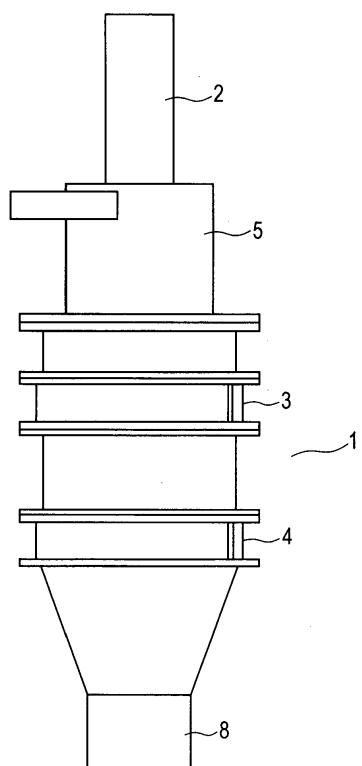
도면2



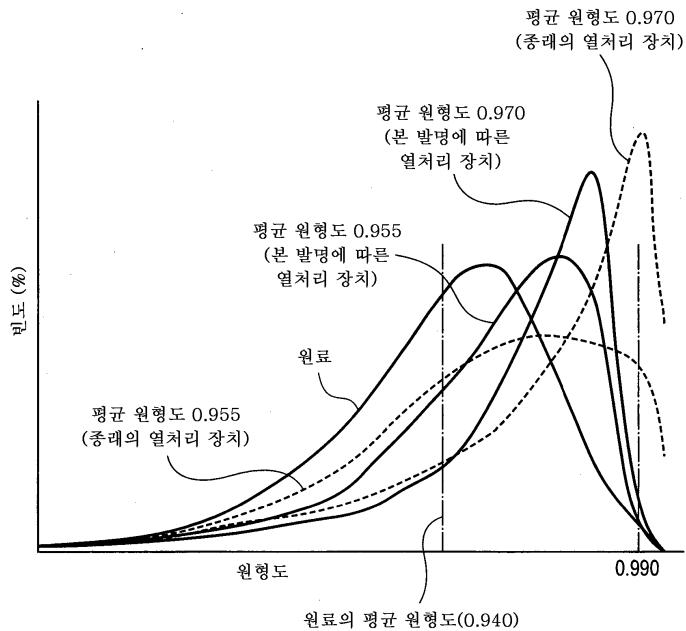
도면3



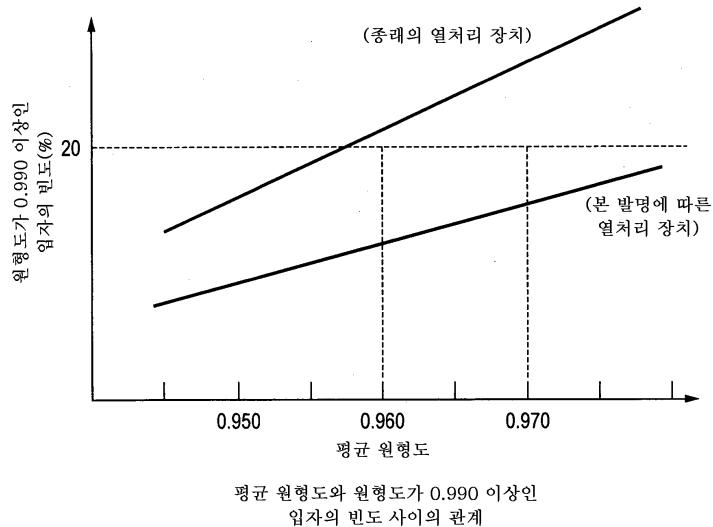
도면4



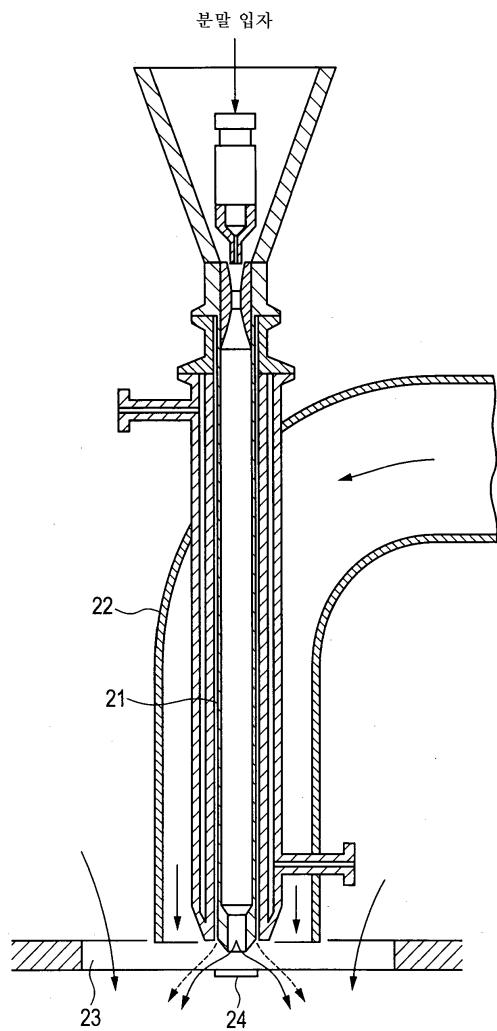
도면5



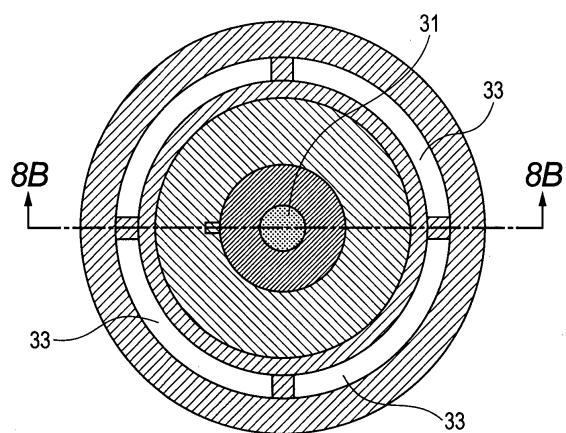
도면6



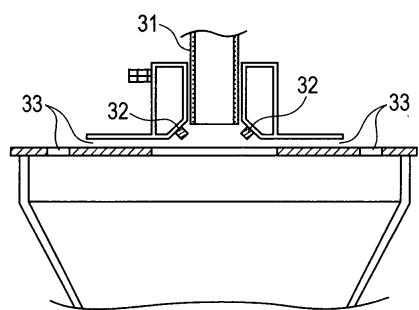
도면7



도면8a



도면8b



도면9

