(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
B07B 7/00

(45) 공고일자 1999년04월15일
(11) 등록번호 특0186059
(24) 등록일자 1998년12월29일

(21) 출원번호	특1994-703611	(65) 공개번호	특1995-700792
(22) 출원일자	1994년10월11일	(43) 공개일자	1995년02월20일
(86) 국제출원번호	PCT/JP 94/00502	(87) 국제공개번호	WO 94/22599
(86) 국제출원일자	1994년03월29일	(87) 국제공개일자	1994년10월13일
(81) 지정국	국내특허 : 일본		

(30) 우선권주장 93-74670 1993년03월31일 일본(JP)
93-336492 1993년12월28일 일본(JP)
93-336493 1993년12월28일 일본(JP)

(73) 특허권자 오노다 세멘트 가부시키가이샤 이마무라 가즈스케
일본국 756 야마구치켄 오노다시 오오아자 오노다 6276반지
(72) 발명자 이도 미츠히로
일본국 285 지바켄 사쿠라시 오오사쿠 2쵸메 4반 2고 오노다 세멘트 가부시키가이샤 쥬오 겐큐쇼내
다마시게 다카미키
일본국 285 지바켄 사쿠라시 오오사쿠 2쵸메 4반 2고 모노다 세멘트 가부시키가이샤 쥬오 겐큐쇼내
후지이 사토루
일본국 756 야마구치켄 오노다시 오오아자 오노다 6276반지 오노다 세멘트 가부시키가이샤 시켄 리사이클 겐큐쇼내
(74) 대리인 장용식, 정진상

심사관 : 신진균

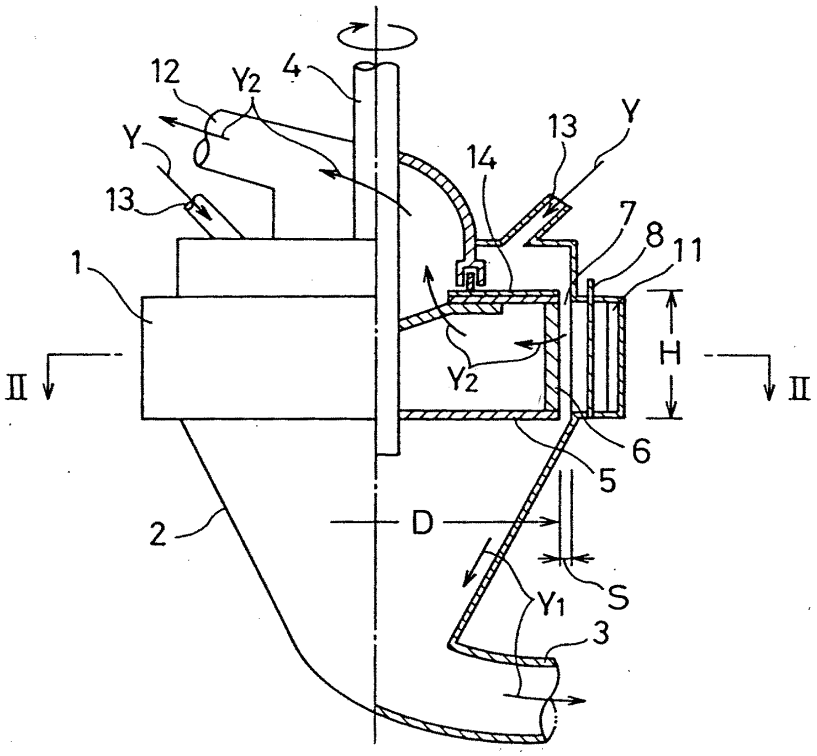
(54) 와류식 공기분급기

요약

로터에 복수의 와류조정날개를 설치하고, 그 와류조정날개의 외주에 분급실을 통하여 가이드 베인을 설치한 와류식 공기분급기에 있어서, 상기 와류조정날개의 고정피치 (P)가, 분리입자직경 Dp(th)와의 관계로 다음식에 의하여 구함으로써, 분립체 원료를 원하는 분급점에서 정확히 분급한다.

$$P \leqq 1.04 \times Dp(th)^{0.365}$$

대표도



명세서

[발명의 명칭]

와류식 공기분급기

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 실시예를 도시하는 일부 단면 정면도,

제2도는 제1도의 II-II선 단면도,

제3도는 본 발명의 작동을 도시하는 도면,

제4도는 고정피치와 분리입자직경과의 관계를 도시하는 도면,

제5도는 본 발명의 다른 실시예를 도시하는 일부 단면 정면도,

제6도는 종래예를 도시하는 도면,

제7도는 와류식 공기분급기 전체의 압력손실과 로터 블레이드의 외측에 있어서압력손실을 도시하는 도면,

제8도는 본 발명의 제2실시예를 도시하는 분급기의 정면도의 일부 단면도,

제9도는 제8도의 III-III선 종단면도,

제10도는 본 발명의 제3실시예를 도시하는 도면,

제11도는 본 발명의 제4실시예를 도시하는 도면,

제12도는 본 발명의 제5실시예를 도시하는 종단면도,

제13도는 본 발명과 종래예의 압력손실을 도시하는 도면,

제14도는 제13도의 실험에 사용한 본 발명의 로터 블레이드를 도시하는 도면,

제15도는 제13도의 실험에 사용한 종래예의 로터 블레이드를 도시하는 도면,

제16도는 본 발명의 제9실시예를 도시하는 분급기의 정면도의 일부 단면도,

제17도는 본 발명의 제10실시예를 도시하는 종단면도,

제18도는 제10실시예의 정류날개의 확대 평면도,

제19도는 제10실시예의 정류날개의 확대 정면도,

제20도는 본 발명의 제11실시예를 도시하는 종단면도,

제21도는 본 발명의 제12실시예를 도시하는 종단면도,

제22도는 본 발명의 제13실시예를 도시하는 사시도,

제23도는 본 발명의 제14실시예를 도시하는 사시도.

[발명의 상세한 설명]

기술분야

이 발명은, 시멘트, 탄산칼슘, 세라믹스 등의 분립체(粉粒体) 원료의 분급에 사용하는 와류식 공기분급기에 관한 것이다.

기술배경

종래의 와류식 공기분급기는 분립체 원료, 예를들면, 석회석 분말 등의 분립체를 기류로 분산시켜, 원심력과 항력의 밸런스를 이용하여 조분(粗粉)부분과 미분(微粉)부분으로 분급함과 동시에 그 미분부분을 기류에 실어 기외로 꺼내고 제품으로 하고 있다. (일본국 특공소 57-24189호 공보 참조)

주지하는 바와 같이 와류식 공기분급기의 이상론의 분리입자직경 Dp(th)[m]은, 입자 레이놀즈수 Rep=Dp(th) Vr ρ f/μ 2의 경우, 하기 일반식에 의하여 구해진다.

$$Dp(th)=(1/Vt)\sqrt{18\mu\ (D/2)Vr/\rho p}$$

이 일반식에 있어서, Vt는 와류조정날개선단의 주속(周速)(m/s), μ는 공기의 점성계수(Pa. s), D는 로터직경(m), Vr는 와류조정날개선단에 있어서 내향풍속(m/s), ρp는 공기밀도를 각각 표시한다.

그런데, 상기 일반식에 의하여 구한 이론상의 분리입자가 Dp(th)과, 실제의 분급으로 얻어진 분리입자직경 Dp(obs)과를 비교하면, 양자간에는 다음 관계가 있고 반드시 일치하지 않는 것을 알게 되었다.

$Dp(obs) \geqq Dp(th)$

즉, 목표분리입자직경이 작아짐에 따라, 실제로 얻어지는 분리입자직경 Dp(obs)이 이론상의 분리입자직경 Dp(th) 보다도 크게 된다.

본 발명자는 입자직경 Dp(th)와 입자직경 Dp(obs)가 상기 관계로 되는 원인을 연구한 즉, 다음 사실을 알게 되었다.

제6도에 도시하는 바와 같이, 분급실(A7)을 통하여 대향하는 가이드 베인(A8)과 와류조정날개(로터 블레이드)(A6)를 구비한 와류식 공기분급기내의 와류의 접선방향 유속분포는 제6도의 W로 표시된다.

분리입자직경(Dp)은 접선방향유속(V_{tA}, V_{tB})에 유래하는 원심력(F_{CA}, F_{CB})과 내향풍속에 유래하는 공기항력(F_{dA}, F_{dB})과의 밸런스에 의하여 결정된다.

이 분리입자직경(Dp)은 가이드 베인부(A)로부터 와류조정날개선단부(B)에 이르는 반경상에서 서서히 작아지고, 와류조정날개선단부터 내측에서는 다시 커진다.

따라서, 가이드 베인(A8)과 와류조정날개(A6)와의 사이에 투입된 분급원료중 B점에 있어서 분리입자직경보다 큰 입자는 조분측에 회수되고, 그것보다 작은 입자는 미분측으로 회수된다.

즉, 이 분급기의 분리입자직경은, B점에 있어서 분리입자직경D_{PB}이다.

상술한 바와 같이, 분리입자직경(D_{PB})은 이점에 있어서 접선방향유속(V_{tB})과 내향풍속에 의하여 결정되는 것이지만, 실제의 접선방향유속(V_{tB})은 반드시 로터주속과는 일치하지 않고 약간의 지연을 갖고 있다. 즉, 와류의 접선방향 유속분포(W)의 B점에 있어서 유속은, 파선으로 도시하는 로터주속(R) 보다 늦은 것이다.

한편, 이론분리입자직경 Dp(th)의 산출에 있어서 V_{tB}는 로터주속(R)을 사용한다. 이것이 이론분리입자직경 Dp(th)와 실제의 분리입자직경 Dp(obs)와의 상이하는 원인이다. 특히 로터주속이 빠른 경우에는 접선방향유속과 가이드 베인부의 그것과의 차이가 크고 그 사이에 충분한 가속이 행해지기 어려워지므로 이 경향이 현저하게 된다. 이상에서 명백한 바와 같이 일반식을 사용하여 원하는 분급점에서의 분급을 행할 수는 없다.

또, 종래의 와류식 공기분급기에서는, 분급원료는 상부로부터 공급되고, 분산판에서 분산되면서 분급공간으로 들어간다. 한편 분급에 필요한 공기는, 분급기의 전주(全周)에 고정, 배열된 가이드 베인을 통하여 분급기 후방의 팬에 의하여 흡인된다.

이때 분급공기는 이 가이드 베인에 의하여 균일한 와류운등을 개시하고, 더욱 로터 블레이드(와류조정날개)에 의하여 분급에 필요한 속도까지 가속된다.

즉, 가이드 베인과 로터 블레이드와의 공간을 분급공간이라 정의하면 거기서의 기류는 2차원의 맴돌이 기류로 간주할 수 있다.

분급공간에 공급된 입자는, 이 맴돌이 기류와 함께 맴돌이 운동을 개시하고, 그때 입자에 작용하는 원심력과 항력의 밸런스에 의하여 분급된다.

그결과, 상기 양력(兩力)의 밸런스에 의하여 정해지는 분리입자직경보다 작은 입자는 로터의 내부에 들어가고 출구덕트를 경유하여 배출·포집된다.

한편, 큰 입자는 분급공간속을 반복하여 분급작용을 받으면서 중력에 의하여 낙하하고, 조분배출구로부터 배출된다.

또한, 분리입자직경의 컨트롤은 로터의 회전수 또는 분급공기유량, 즉, 입자에 부여되는 원심력 또는 항력에 의하여 행해진다.

또, 미분분급을 행하는 경우에는 분체입자에 강한 원심력을 부여할 필요가 있는데, 이 때문에 로터 블레이드의 회전속도를 크게하지 않으면 안된다.

그러나 그 회전속도가 크게되면, 분급을 위하여 필요한 공기의 선회와 난류때문에 그 와류식 공기분급기의 압력손실이 크게되므로, 공기를 흡인하기 위한 팬의 용량을 크게하는 것이 필요로 된다.

그경우, 상술한 바와같이 로터 블레이드의 속도에 비하여 기류에 지연이 있으면, 목표로 하는 분급을 행함에는 로터를 여분회전시킬 필요가 있고, 압력손실이 더욱 커진다.

이 때문에, 실비 및 투자가 과대하게 되고, 자원에너지의 절감상 큰 문제로 된다. 시멘트 등의 분체의 분급은 미분분급의 범주에 들어가지만 그중에서도 비교적 거친 분급이다. 이 때문에 압력손실은 비교적 낮지만, 이와 같은 분체에서는 생산량이 극히 많고, 분체가격에 대한 에너지 비의 비율도 비교적 많고, 약간의 압력저감일지라도 그 영향은 크다.

이 발명은 상기 사정에 비추어, 간단하게 게다가 정확히 분립체 원료를 원하는 분급점으로 분급할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

타의 목적은 압력손실의 저감을 도모하는 것이다.

발명의 개시

본 발명자는 분급점에 영향을 준다고 생각되는 요소, 예를들면 와류조정날개사이의 간격, 즉 고정피치 P(m)나 분리입자직경 Dp(th)(m)등을 변화시켜 실험을 행하고, 4도의 결과를 얻었다. 제4도에 있어서 세로축은 와류조정날개고정피치 P(m)를 도시하고, 가로축은 분리입자직경 Dp(m)을 나타낸다. L_1~ L_4는 분리입자직경 Dp(th)이 각각 2.9μm, 4.8μm, 6.8μm, 10.0μm 의 경우를 나타낸다. 그 결과 입자직경 Dp(th)와 입자직경 Dp (obs)이 일치하는 각 분급점을 연결한즉, 직선L로 되었다. 이 직선L에 있어서 입자직경 Dp(th)와 고정피치(P)와의 관계는 하기 P-Dp관계식(1)으로 나타낼 수가 있다.

$$P \leqq 1.04 \times Dp(th)^{0.365} \qquad (1)$$

(1) 식 우변에 상기 일반식을 대입하면, 하기 (2)식이 얻어진다.

$$P^{2.74} \leqq 1.11\sqrt{18\mu/\rho_p} \cdot \sqrt{(D/2)\,Vr/Vt} \qquad (2)$$

와류조정날개 및 로터의 직경을 D(m), 높이 H(m), 분급풍량 Q(m^3/s)라 하면, 내향속도 Vr(m/s)는 하기 (3)식으로 나타낼 수가 있다.

$$Vr = Q/(\pi DH) \qquad (3)$$

(2)식 및 (3)식으로부터 수정 피치식 (4)가 얻어진다.

$$P^{2.74} \leqq 1.11\sqrt{18\mu/2\rho_p\pi H} \cdot \sqrt{Q/Vt} \qquad (4)$$

여기서 본 발명자는 로터에 복수의 와류조정날개를 설치하고, 그 와류조정날개의 외주에 분급실을 통하여 가이드 베인을 실치한 와류식 공기분급기에 있어서, 상기 와류조정날개의 고정피치(P)가, 분리입자직경 Dp(th)와의 관계로 P-Dp관계식에 의하여 구해지는 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기에 의하여 상기 목적을 달성하려는 것이다.

본 발명자는 분급기에 있어서 압력손실이 주로 어디에서 생기고 있는 것인가를 알아내기 위하여 분급기 전체의 압력손실과 로터 블레이드 외주에서 외측만의 압력 손실을 측정한즉, 제7도에 도시하는 결과를 얻었다.

제7도에 있어서, 곡선 CA는 분급기 전체의 압력손실, 곡선 CB는 로터 블레이드 외주에서 외측만의 압력손실, 을 각각 도시하지만, 이 곡선 CB는 로터 블레이드 외주부에서의 동압과 정압을 측정하고, 그 합 즉 전압(全圧)과 분급기 입구의 전압과의 차를 조사한 것이다.

이 실험에 의하면 압력손실의 대부분은 로터 내부, 즉, 로터실내에서 생기고 있는 것을 알았다. 여기서, 그 압력손실의 발생원인을 구명함과 동시에, 로터실내의 압력손실의 저감방법을 연구하였다.

로터실내에서의 압력손실은, (A) 공기의 선회에 의한 원심력과, (B) 이웃하는 유체 입자간의 속도차 등에 기인하는 유체마찰손실과, (C) 분급기 내벽면과 유체의 마찰과,에 의한 것이라고 고려된다. 이 (A) 및 (B)의 원인을 최소로 하기 위하여는, 로터 블레이드의 부분에서 공기속도의 주방향(周方向) 성분이 로터 블레이드의 그것과 같게되어 있는 것을 고려하면 로터 블레이드 내측에서의 선회는 이웃하는 유체입자간의 전단응력 즉 유체간 마찰손실이 가장 적게, 원심력이 가장 적은, 즉, 로터 반경위치에서 회전각 속도가 일정한 강제 맴돌이로 하는 것이 바람직하다.

그러나, 실제에는 분급실로부터 로터내에 유입하는 공기는, 로터 블레이드와 거의 동일한 주속도를 가지면서 로터 블레이드 사이를 난류상태로 통과하여 내측으로 들어간다. 이 때문에, 그 공기는 그 관성 모멘트 때문에 로터축 중심으로 향함에 따라, 어떤 반경위치까지는 주방향 속도성분은 더욱더 크게되고, 거기서 강제 맴돌이로 되는 버거스(Burgers)의 맴돌이를 형성하나 그 강제 맴돌이로 되는 반경위치는 일반

적으로 로터실의 출구의 반경 가까이에 있다. 그리하여 로터 블레이드의 내경을 로터실의 배기구의 반경 정도까지 펴므로서, 버거스의 맴돌이를 형성하는 일없이 강제 맴돌이로 하는 것이 가능하게 되는 것을 알았다.

또, 로터실내에 로터의 회전축과 동축상의 정류부재를 실시함으로써 흐름방향을 배출구 방향으로 원활히 변환할 수 있음을 알았다.

본 발명자는 본 발명을 다음과 같이 구성함으로써 상기 목적을 달성하려고 하는 것이다.

(1) 로터에 복수의 와류조정날개(로터 블레이드)를 설치하고, 그 와류조정날개의 외주에 분급실을 통하여 가이드 베인을 설치한 와류식 공기분급기에 있어서, 상기 와류조정날개의 고정피치(P)가 분리입자직경 Dp(th)와의 관계에서 하기 P-Dp관계식(1)에 의하여 구해지는 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

$$P \leqq 1.04 \times Dp(th)^{0.365} \qquad (1)$$

(2) 입구와 배기구를 갖는 로터실과, 그 로터실의 입구에, 모터의 원주방향으로 간격을 두고 복수설치된 로터 블레이드와, 그 로터실의 입구의 외주에 설치된 분급실과,를 구비한 와류식 공기분급기에 있어서; 상기 로터 블레이드의 로터 반경방향 길이가, 로터 블레이드 외주반경과 로터실의 배기구의 반경의 차의 0.7~1.0배인 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

(3) 입구와 배기구를 갖는 로터실과, 그 로터실의 입구에 배설한 로터 블레이드와, 로터실의 입구의 외주에 설치한 분급실과, 를 구비한 공기분급장치에 있어서; 상기 로터실내에 로터의 회전축과 동심상의 정류부재를 설치한 것을 특징으로 하는 공기 분급장치.

발명을 실시하기 위한 최량의 형태

이 발명의 제1실시예를 첨부도면에 의하여 설명한다.

원통상의 케이싱(1)의 하부에 원뿔상의 호퍼(2)를 설치하고, 그 호퍼(2)의 하부를 조분 배출구(3)에 연통시킨다. 케이싱(1) 내의 중앙에는 회전축(4)에 고정된 로터(5)가 배설되어 있다. 이 로터(5)의 직경은 D이고, 또 그 높이는 H이다.

로터(5)의 외주부에는 복수의 와류조정날개(로터 블레이드)(6)가 고정되어 있지만, 그 고정피치(P)는, 상기 P-Dp 관계식(1), 또는 상기 수정 피치식(4), 즉

$$P \leqq 1.04 \times Dp(th)^{0.365} \qquad (1)$$

$$P^{2.74} \leqq 1.11\sqrt{18\mu/2\rho p\pi H} \cdot \sqrt{Q/Vt} \qquad (4)$$

에 의하여 구해진다.

다음에 하기 조건에 있어서, 입자의 밀도 ρp =2700kg/m^3의 석회석을 분급하는 경우의 피치(P)에 대하여 설명한다.

로터의 직경 D = 2.1m, 로터의 높이 H = 0.3m, 온도 20℃, 1기압의 공기중에 있어서 공기밀도 ρf =1.20kg/m^3, 공기점성계수 μ= 1.81 × 10^{-5}(Pa. s).

상기 조건에 있어서 이론상의 분리입자직경 Dp(th)(m)를 달성하기 위한 필요한 와류조정날개의 고정피치 P(m)은 표 1과 같다.

이 피치P(m)의 값은, 상기 P-Dp관계식(1)으로부터 분급기에 적용하는 최소분리입자직경, 예를들면 3μm까지의 분급에 적용하는 분급기로서 정하여도 좋다.

[표 1]

Dp(th)	Q(m^3/s)	Vt (m/s)	P (m)
20.0×10^{-6}	6.67	32.7	20.0×10^{-3}
10.0×10^{-6}	6.67	65.3	15.6×10^{-3}
3.0×10^{-6}	6.67	217.8	10.0×10^{-3}

더욱이, Q는 분급풍량(m^3/s), Vt는 와류조정날개 선단에서의 주속(m/s)을 각각 표시한다.

그 와류조정날개(6)의 외주에는 분급실(7)을 통하여, 각도조정가능한 가이드 베인(8)이 배설되어 있다. 이 분급실(7)의 폭(S)의 결정은 극히 중요하다. 또 폭(S)을좁게하여 접선방향 유속분포(W)의 속도 구배가 험준할 수록 이 부분에 있는 응집체에 기류의 속도차에 의한 전단력이 강하게 작용하여 분산이 촉진되고,

효과적인 분급이 가능하게 된다.

그러나, 그 폭(S)이 지나치게 좁으면, 와류가 흐트러진다. 이 때문에, 분급실내에서 분입체에 작용하는 힘도 흐트러지므로, 정상한 분급을 할 수 없게된다.

역으로 그 분급실의 폭(S)이 지나치게 넓으면, 상술의 가이드 베인과 로터 블레이드사이의 기류의 속도구배에 의한 분산작용이 불충분하게 되고, 응집입자는 1차 입자에 분산되는 일없이 분급실(7)을 나오게 되는 것이므로, 분급효과가 좋지 않다.

여기서 분급실(7)의 폭(S)의 적절한 값을 결정하기 위하여 여러가지 실험을 행한 즉 다음의 S-P관계식(5)을 얻을 수가 있었다. 다만, P는 로터 블레이드의 고정피치, 계수 K = 5~20이다.

$$S = K\sqrt{P} \qquad (5)$$

피치P(m)와 와류조정날개(6)의 원주방향의 두께(T)와의 비율 T/P를 0.60이하로 하고, 로터의 개구면적(M)을 40%이상으로 형성한다.

실험에 의하면 그 와류조정날개(6)의 원주방향의 두께(T)가 이 범위를 초과하여 두꺼워지면, 상기 분급실(7)의 폭(S) 및 와류조정날개(6)의 고정피치(P)가 상기 범위내에 있을지라도 그 와류조정날개(6)의 근방에 있어서 와류가 흐트러져, 예를들면, 3μm이상의 조분부분의 뛰어듬이 많아지고, 샤프한 미분분급이 할 수 없는 경우가 있다.

이 T/P는 0.60이하가 바람직하지만, 현상의 기술력으로 한다면, 샤프한 미분분급, 예를들면 3㎛ 커트,를 행할 때에는, 두께 T는 T/P가 0.1~0.5이면 충분한 것을 알 수 있다.

로터의 개구면적(M)은 구조, 기계적 강도와 미분분급의 양면에서 고려할 때 될 수 있는 대로 큰 편이 분급기내의 압력손실도 적게 되므로, 40%이상이 바람직하다.

다음에 실시예의 작동에 대하여 설명한다. 분급공기를 분급공기공급로(11)로부터 가이드 베인(8)을 통하여 분급실(7)로 이송하고, 회전축(4)을 돌려서 와류조정날개(6)를 회전시켜, 그 분급실(7)내에 와류를 형성한다.

이렇게 하면, 기류는 분급실(7)내를 선회하면서 와류조정날개(6) 사이를 지나 제품 배출구(12)로부터 기외에 배출된다.

이 상태에서, 원료입구(13)로부터 피분급재료(원료)(Y), 예를들면 탄산칼슘을 투입하면, 그 피분급재료(Y)는 분산판(14)에는 충돌하여 외주방향으로 비산하면서 분급실(7) 내에 낙하한다.

이렇게 하면, 그 원료(Y)는 기류에 실리고, 동시에 기류의 강한 전단력에 의하여 공고한 응집립을 1차립으로 풀어헤치고, 더욱 이상적인 맴돌이 구배의 고속와류에 지연을 일으키는 일없이 거두워 들여진다. 그리고, 그 입자는 원심력과 공기의 항력의 균형작용에 의하여 분급이 행해진다. 이 분급된 미분(Y_2), 예를들면 5μm이하의 입자직경은, 상승기류에 실리고 로터(5)내를 지나 제품 배출구(12)에 유입함과 동시에, 도시하지 않는 공기여과기로 들어가 회수된다.

또, 조분(Y_1)은 케이싱(1)내를 선회하면서 호퍼(2)중을 낙하하여, 조분배출구(3)로부터 배출된다.

본 발명의 와류식 공기분급기내의 와류의 접선방향 유속분포를 도시하면 제3도와 같이 되지만, 이를 제6도의 종래예와 비교하면 제3도에서는 와류조정날개(6)의 근방에서의 로터주속(R)과 와류의 접선방향 유속분포(W)는 동일하게 되어 있다. 이 때문에 종래예와 달리, 실제의 분리에 의한 분리입자직경이 이론상의 분이입자 직경과 거의 같게 되므로, 원하는 분급점에서 정확한 분급을 할 수 있다.

이 발명의 실시예는 상기한 것에 한정되는 것은 아니고, 예를들면, 와류식 공기분급기의 제품배출구를 그 분급기의 상방에 설치하는 대신에, 그 하방에 설치하거나, 또 원료입구를 분급기의 상방 중앙에 설치하며, 제품 배출구를 하방에 설치하거나, 더욱더 원료입구를 분급장치의 옆쪽 또는 아래쪽의 분급공기와 함께 도입하는 등, 각종의 로터형 분급기에 적용할 수 있는 것이다.

또, 제5도에 도시하는 직립형 밀과 같이 본 발명의 와류식 공기분급기(100)와 밀(110)과를 조합하여도 좋다. 제5도에 있어서, 101은 테이블(111)위에 피분쇄원료(Y)를 공급하기 위한 원료투입구, 112는 롤러를 각각 도시한다.

이 발명의 제2실시예를 제8도~제10도에 의하여 설명하지만, 제1도~제3도와 동일 도면부호는 그 명칭도 기능도 동일하다.

원통상의 케이싱(1)의 하부에 원뿔상의 호퍼(2)를 설치하고, 그 호퍼(2)의 하부를 조분배출구(3)에 연통시킨다.

케이싱(1)내의 중앙에는 회전축(4)에 고정된 로터(5)가 배설되어 있다.

이 로터(5)의 직경은 D이고, 또 그 높이는 H이다.

로터(5)의 외주부에는 복수의 로터 블레이드(와류조정날개)(6)가 고정되어 있지만, 그 고정피치(P)는, 제1실시예에서 설명한 다음식(1), 또는 식(4)에 의하여 결정된다.

$$P \leqq 1.04 \times D_P (t_h)^{0.365} \qquad (1)$$

$$P^{2.74} \leqq 1.11\sqrt{18\mu / 2(\rho_p \pi H)} \cdot \sqrt{Q} / V_t \qquad (4)$$

제1실시예에서 설명한 대로, 이 분급실(7)의 폭(S)의 결정은 극히 중요하고, 제1실시예에서 구한 식(5) 즉,

$$S = K\sqrt{P}$$

에 의하여 적절한 값으로 결정된다.

로터 블레이드(6)의 원주방향 두께(T)의 결정도 중요하다.

이 두께(T)와 피치(P)의 비 T/P를 0.60 이하로 하고, 로터(5)의 개구면적(M)을 40%이상으로 형성한다. 실험에 의하면, 그 로터 블레이드(6)의 원주방향의 두께(T)나 로터의 개구면적(M)도 극히 중요하고, 이들 T, M은 제1실시예와 꼭같이 결정된다.

로터내에서 버거스의 맴돌이를 형성하지 않고 강제 맴돌이로 하기 위하여는 로터 블레이드(6)의 로터 반경방향 길이(Bw) 즉 로터 블레이드 외주반경(R1)으로부터 로터 블레이드 내주반경(R3)을 뺀 길이는 실험에 의하면, 로터 블레이드 외주반경(R1)과 로터실(RT)의 배기구(30)의 반경(R0)와의 차의 0.7~1.0배의 범위내가 최적임을 알게 되었다.

다음에 제2실시예의 작동에 대하여 설명한다. 분급공기를 분급공기공급로(11)로부터 가이드 베인(8)을 통하여 분급실(7)에 이송하고, 회전축(4)을 돌려 로터 블레이드(6)를 회전시켜 그 분급실(7)내에 와류를 형성한다.

그리하면, 와류는 분급실(7)내를 선회하면서 로터실(RT)의 입구(IN)의 로터 블레이드(6)의 사이를 지나 상향으로 흐름방향이 바꾸어져서 배기구(30)를 지나 배출덕트(제품 배출구)(12)로부터 기외로 배출된다.

이 상태에서 원료입구(13)로부터 피분급재료(Y), 예를들면 탄산칼슘을 투입하면, 그 피분급재료(Y)는 분산판(14)에 충돌하여 외주방향으로 비산하면서 분급실(7) 내로 낙하한다.

이 사이에 피분급제료의 입자는 와류로 가속되어 분급실내를 선회한다. 이때 와류가 갖는 전단력과 이로 인한 입자끼리의 충돌마찰로 입자는 분산되면서, 원심력과 항력와의 밸런스에 의하여 정해지는 분리입자직경 이하의 입자는 로터 블레이드 외주부에 도달한다.

이 분급된 미분(Y_2), 예를들면 5μm이하의 입자직경은, 로터실(RT)내를 지나 상승기류에 실려 배출덕트(12)에 유입함과 동시에, 도시하지 않는 공기여과기에 들어가 회수된다.

이때 상술한 바와 같이, 로터 블레이드 외주반경(R1)과 로터실(RT)의 배기구(30)의 반경(R0)과의 차의 0.7~1.0배로 함으로써, 로터실(RT)내의 기류는 버거스의 맴돌이를 형성하는 일없이 강제 맴돌이로 되므로, 로터실내에 있어서 압력손실은 격감한다.

또, 조분(Y_1)은 분급실(7)내를 선회하면서 호퍼(2) 중을 낙하하고, 조분배출구(3)로 부터 배출된다.

이 발명의 제3실시예를 제10도에 의하여 설명한다.

이 실시예의 특징은 로터 블레이드를 로터 반경방향으로 분할하여 로터 블레이드(6a, 6b)를 배설하고, 강제 맴돌이가 무너지지 않을 정도로 양 블레이드(6a, 6b)의 간격(F)을 비운 것이다.

이 실시예에서는, 로터 블레이드(6a, 6b)의 표면과 유체와의 마찰로 인한 압력손실을 더욱 감소할 수가 있다.

이 발명의 제4실시예를 제11도에 의하여 설명한다. 이 실시예의 특징은 로터 블레이드(6a, 6b, 6c)의 둘레방향의 매수가 많고 피치(P)가 작은 경우에, 강제 맴돌이가 무너지지 않을 정도로 분할된 로터 블레이드(6a, 6b, 6c)의 매수를 로터 중심(O)으로 향함에 따라 균일하게 줄이는 것이다.

이 실시예에서는, 로터 블레이드 표면과 유체와의 마모에 의한 압력손실을 더욱더 감소함과 동시에, 로터 블레이드의 기계제작이 용이하게 되고, 더욱이 중량 및 제작 코스트의 저감을 도모할 수가 있다.

이 발명의 제5실시예를 제12도에 의하여 설명한다.

이 실시예의 특징은 로터실(RT)의 로터(5)의 밑면(5a)에 내측의 로터 블레이드(6b)의 내접원반경(R3)으로부터 솟아오르는 융기형상체(50)를 형상한 것이다.

이 융기형상체(50)는 원뿔상으로 형성되지만, 이 융기형상체(50)의 빗면(모선)(50a)의 밑면(5a)에 대한 각도, 즉, 상승각도 θ는 지나치게 커도, 또, 지나치게 작아도 안된다. 여기서, 실험의 결과, 로터(5)의 높이(H)와의 관계에서 다음식에 의하여 구해지는 각도(θ)가 최적치임을 알았다.

$$\theta = \tan^{-1}\{(0.3\sim0.6)H/R_3\} \qquad (6)$$

이 실시예에서는, 분급실(7)내를 수평으로 선회하고 있는 공기(Ar)는 로터 블레이드(6a, 6b)를 지나 융기형상체(50)로 안내되면서 방향변환되고, 로터실(RT)의 배기구(30)를 지나 배출덕트(12)로 배출된다.

이 때문에, 공기(Ar)는, 로터내 하부에 웅덩이를 생기는 일없이 원활히 흐르기 때문에 압력손실은 적어진다.

이 발명의 제6실시예를 제8도에 의하여 설명한다.

이 실시예의 특징은, 로터실(RT)의 배기구(30)의 반경(R0)을 로터 블레이드(6) 외주반경(R1)의 0.4~0.8배까지 크게한 것이다. 이 실시예에서는 로터 중심축 부근까지 향하는 공기의 비율을 적게할 수 있으므로, 압력손실을 저감할 수 있다.

이 발명의 제7실시예를 설명한다. 이 실시예의 특징은 로터(5)의 회전축(4)의 반경(J)을 로터 블레이드

외주반경(R1)의 0.2~0.4배까지 굵게 형성하는 것이다. 이 실시예에서는, 로터 중심축 부근까지 행하는 공기의 비율을 적게할 수 있으므로, 압력손실을 저감할 수 있다.

이 발명의 제8실시예를 설명한다. 이 실시예의 특징은 상기 제2실시~제7실시예를 적당히 조합시킨 것이다. 에를들면, 제12도의 제5실시예와 제10도의 제3실시예, 제11도의 제4실시예, 또는, 제7실시예와의 조합시키나, 더욱더, 제7실시예와 제10도의 제3실시예 또는 제11도의 제4실시예와의 조합시키거나 하는 것이다. 이와 같이 적당히 각 실시예를 조합시키면, 보다 압력손실이 적은 분급기를 얻을 수가 있다.

이 발명의 실시예는 상기에 한정되는 것은 아니고, 예를들면, 와류식 공기분급기의 로터실의 배기구를 그 분급기의 상방에 설치하는 대신에, 그 하방에 설치하거나, 또 원료입구를 분급기의 상부 중앙에 설치하고, 로터실의 배기구를 하방에 설치하거나 더욱이 원료입구를 분급장치의 측방 또는 하방의 분급공기와 함께 도입하는 등, 각종의 로터형 분급기에 적용할 수 있는 것이다.

이 발명은 이상과 같이 구성하였으므로, 로터실내에 있어서 큰 압력손실이 생기는 일이 없다. 이 때문에 종래예에 비하여 분급기 전체의 압력손실이 대폭으로 저감한다. 또 와류식 공기분급기에 요하는 에너지중 공기를 흡인하는 팬의 비율은 높고 팬에 요하는 에너지는 압력손실에 비례하기 때문에, 종래예에 비하여 팬의 동력은 수십% 저감할 수 있다.

이와 관련하여, 본 발명 MT의 로터 블레이드와 종래예 LT의 그것과를 각각 제14도, 제15도에 도시하는 바와 같이 구성하고, 압력손실의 실험을 행한 즉 제13도의 결과를 얻었다. 이 제13도에서 명백한 바와 같이, 압력손실은 본 발명 MT에서는 종래예 LT의 65%전후로 되고, 로터 회전속도가 빨라짐에 따라, 양자 LT, MT 사이의 차는 크게 되었다. 더욱이 제14도, 제15도에 있어서, a는 122㎜의 배기구의 반경, b는 205㎜의 로터 블레이드의 외주반경, c는 189㎜의 로터 블레이드의 내주반경, d는 195㎜의 외측의 로터 블레이드(6)의 내주반경, e는 165㎜의 내측의 로터 블레이드(6)의 외주반경, f는 150㎜의 내측의 로터 블레이드의 내주반경, 을 각각 나타낸다. 물론, 분급공기유량은 양 실험예에 있어서 같다.

이 발명의 제9실시예를 제16도에 의하여 설명하지만, 제1도~제3도와 동일 도면부호는 그 명칭도 기능도 동일하다. 원통상의 케이싱(1)의 하부에 원뿔상의 호퍼(2)를 설치하고, 그 호퍼(2)의 하부를 조분배출구(3)에 연통시킨다.

케이싱(1) 내의 중앙에는 회전축(4)에 고정된 로터(5)가 배설되어 있다. 이 로터(5)의 직경은 D이고, 또 그 높이는 H이다.

로터실(RT)내에는 로터의 회전축(4)과 동심상의 정류부재가 설치되어 있다. 이 정류부재는 로터실(RT)의 로터(5)의 밑면(5a)에 형성되고, 동시에 로터 블레이드(6)의 내주반경(R3)으로부터 솟아오르는 융기형상체(50)이다. 이 융기형상체(50)는 원뿔상으로 형성되는데, 이 융기형상체(50)의 빗면(모선)(50a)의 밑면(5a)에 대한 각도, 즉, 상승각도 θ는, 상기 제5실시예에서 설명한 바와 같이 다음식(6)에 의하여 결정된다.

$$\theta = t\,an^{-1}\{(0.3\sim0.6)H/R_3\} \qquad (6)$$

로터(5)의 외주부에는 복수의 로터 블레이드(6)가 고정되어 있지만 그 고정피치(P)는 제1실시예에서 설명한 바와 같이 다음식(1), 또는, 식(4)에 의하여 결정된다.

$$P \leqq 1.04 \times D_P (t\,h)^{0.365} \qquad (1)$$

$$P^{2.74} \leqq 1.11\sqrt{18\mu/2\rho_P\pi H}\cdot\sqrt{Q/V_t} \qquad (4)$$

제1실시예에서 설명한 바와 같이, 이 분급실(7)의 폭(S)의 결정은 극히 중요하며, 제1실시예에서 구한 다음식(5)을 사용하여 적절한 값으로 결정된다.

$$S = K\sqrt{P} \qquad (5)$$

로터 블레이드(6)의 원주방향두께(T)나 개구면적(M)의 결정도 중요하며, 이들 T, M는 제1실시예와 꼭같이 하여 결정된다.

버거스의 맴돌이를 형성하지 않고 강제 맴돌이로 하기 때문에, 로터 블레이드(6)의 로터 반경방향 길이(Bw) 즉 로터 블레이드 외주반경(R1)으로부터 로터 블레이드 내주반경(R3)을 뺀길이는 제1실시예와 꼭같이, 로터 블레이드 외주반경(R1)과 로터실(RT)의 배기구(30)의 반경(R0)과의 차의 0.7~1.0배의 범위내에 결정된다.

다음에 실시예의 작동에 대하여 설명한다. 분급공기를 분급공기공급로(11)로부터 가이드 베인(8)을 통하여 분급실(7)로 이송하고, 회전축(4)을 돌려서 로터 블레이드(6)를 회전시켜, 그 분급실(7)내에 와류를 형성한다.

이렇게하면, 와류는 분급실(7)내를 선회하면서 로터실(RT)의 입구(1N)의 로터 블레이드(6) 사이를 지나 로터실(RT)에 들어가 선회하면서 융기형상체(50)로 안내되어 상향으로 흐름방향이 바뀌어진후, 배기구(30)를 지나 배출덕트(12)로부터 기외로 배출된다.

이 상태에서, 원료입구(13)로부터 피분급재료(원료)(Y), 예를들면 탄산칼슘을 투입하면, 그 피분급재료(Y)는 분산판(14)에 충돌하여 외주방향으로 비산하면서 분급실(7)내로 낙하한다.

이 사이에 피분급재료의 입자는 와류로 가속되어 분급실내를 선회한다. 이때 와류가 갖는 전단력과 이로 인한 입자끼리의 충돌마찰로 입자는 분산되면서 원심력과 항력의 밸런스에 의하여 정해지는 분립입자직경

이하의 입자는 로터 블레이드 외주부에 도달한다.

이 분급된 미분(Y_2), 예를들면 5μm이하의 입자직경은, 도터실(RT)내를 지나 상승기류에 실려 배출덕트(12)에 유입함과 동시에 도시하지 않는 공기여과기에 들어가 회수된다.

이때 모터실(RT)내의 기류는 융기형상체(50)에 규제되면서 흐름방향을 원활하게 변환되므로, 로터실내에 있어서 압력손실은 격감한다.

또 조분(Y_1)은 분급실(7)내를 선회하면서 호퍼(2) 중에 낙하하고, 조분배출구(3)로 부터 배출된다.

이 발명의 제10실시예를 제17도~제19도에 의하여 설명한다. 이 실시예의 특징은, 정류부재로서 정류날개(150)를 사용하는 것이다. 이 정류날개(150)는 로터실(RT)을 관통하는 로터의 회전축(4)에 동심상으로 고정되고, 4매의 면상(面狀)정류판(151)을 구비하고 있다.

각 정류판(151)은 역삼각형상으로 형성되고, 그들의 면(151a)을 선회류(107)에 대향하는 방향으로 설치함과 동시에, 아래에서 위로 향하여 수평에서 서서히 수직으로 가까이 가고 적어도 그의 하반분은 나선상의 만곡면을 이루고 있다.

또, 그 정류판(151)의 폭(W)도 하방으로 됨에 따라 서서히 작아지고, 최종적으로 그 정류판(151)의 하단(151b)의 폭은 영으로 되고 회전축(4)과 같은 직경으로 된다.

이 실시예에서는 로터실(RT)의 입구로부터 유입한 선회류(107)는 면상정류판(151)에 의하여 흐름방향이 규제되어 상향의 흐름(112)으로 바뀌고, 로터실(RT)의 배기구(30)로 부터 배출된다. 이때의 유체의 방향변환은 원활하게 이루어지므로 압력손실은 적다.

이 발명의 제11실시예를 제20도에 의하여 설명한다.

이 실시예와 제10실시예와의 상이점은, 정류날개(150)가 로터의 회전축(4)에 이동가능하게 끼워지고, 동시에, 배기덕트(12)에 고정되어 있는 것이다. 이 실시예에서는 정류날개(150)는 회전하지 않지만 정류효과는 상기 제10실시예보다도 크다.

이 발명의 제12실시예를 제21도에 의하여 설명한다. 이 실시에는 제9실시예와 제10실시예와를 조합한 것이다. 즉, 로터실(RT)의 밑면(5a)에 상승각(θ)의 융기부재(50)를 설치하고, 그 상부에 로터의 회전축(4)과 동심상으로 정류날개(150)를 고정한 것이다.

일반적으로 로터(RT)의 입구(IN)에 유입하는 유체는, 그 입구(IN)에 있어서 유입 위치에 의하여 유선위치가 다르다. 즉 입구(IN)의 하부(YA)로부터 들어간 공기(Ar)는 로터의 회전축(4) 부근을 선회하면서 상승하고, 입구의 위부분(YB)에서 들어간 공기(Ar)는 배기덕트(12)의 벽면 부근을 선회상승하지만, 이들은 결코 만나는 일은 없다.

본 실시예의 정류부재에서는, 이 유체의 특성에 충실히 따르며, 쓸데없는 선회를 부여하지 않고, 또 흐름의 웅덩이를 만드는 일이 없으므로 압력손실은 극히 적어진다.

이 발명의 제13실시예를 제22도에 의하여 설명한다. 이 실시예와 제12실시예와의 상이점은, 정류부재(100A)가 원뿔체(110A)와 면상정류판(111A)로부터 구성되어 있는 것이다.

이 원뿔체(110)의 외주면에 복수 바람직하기는 4~6매의 면상정류판(111A)을, 이들의 면(111a)을 선회류(107)에 대향하는 방향으로, 동시에, 그 길이방향을 상하방향에 따르도록 설치한다.

또, 그의 면상정류판(111A)의 상부(111b)를 로터실(RT)의 배기구(30)보다 돌출시켜 이들의 각 면상정류판(111)의 상부(111b)를 남기고 그 나머지 부분(111c)을 선회류(107)의 상류측을 향하여 매끄럽게 만곡하여 만곡면(111d)을 형성한다.

이 실시예에서는, 로터실의 입구(1N)로부터 유입한 선회유체는, 만곡면(111d)의 면(111a)에 안내되어 선회류(107)로부터 상향의 흐름(112A)으로 서서히 변화한다. 이 경우, 선회류(107)가 갖고 있는 접선분속도를 축방향만의 속도로 변환된어, 그상태에서 배기구(30)로부터 기외에 배출된다.

이 발명의 제14실시예를 제23도에 의하여 설명한다. 이 실시예와 제13실시예와의 상이점은 정류날개(210)의 면상정류판(211)이 수직상으로 되어 원뿔체(110B)상에 입설 있고, 그 정류판(211)의 상반부가 회전축(4)에 고정되고, 그 하반부가 원뿔체(110B)의 빗면에 모선방향으로 고정되어 있는 사실이다.

이 발명은 이상과 같이 로터실내에 로터의 회전축과 동심상의 정류부재를 설치하였으므로, 로터실내를 흐르는 유체는, 매끄럽게 방향변환되면서 배기구로 향한다. 이 때문에, 로터실내에 있어서 큰 압력손실이 생기는 일이 없으므로, 종래예에 비하여 분급기 전체의 압력손실이 대폭으로 저감한다.

또, 와류식 공기분급기에 요하는 에너지중 공기를 흡인하는 팬의 비율은 높고 팬에 요하는 에너지는 압력손실에 비례하기 때문에 종래예에 비하여 팬의 동력은 수십 % 저감할 수 있다.

산업상의 이용가능성

이상과 같이, 이 발명에 관한 와류식 공기분급기는, 시멘트, 탄산칼슘, 세라믹스 등의 분립체 원료의 분급에 사용하는데 적합하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

로터에 복수의 와류조정날개를 설치하고, 상기 와류조정날개의 외주에 분급실을 통하여 가이드 베인을 설치한 와류식 공기분급기에 있어서, 상기 와류조정날개의 고정피치(P)가, 분리입자직경 $Dp(t_h)$와의 관계에

서 하기 P-Dp관계식에 의하여 구해지는 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

$$P \leqq 1.04 \times Dp(th)^{0.365}$$

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 P-Dp관계식이, 공기의 점성계수 μ, 입자의 밀도 ρ_p, 로 터의 높이 H, 분급풍량 Q, 와류조정날개의 선단의 주속 V_t 와의 관계에서 다음식으로 변형되는 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

$$P^{2.74} \leqq 1.11\sqrt{18\mu/2\rho_p\pi H}\cdot\sqrt{Q/V_t}$$

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 분급실의 폭(S)이, 상기 고정피치(P) 및 정수(定數)(K)와의 관계에서, 다음식에 의하여 구해지는 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기

$$S = K\sqrt{P}$$

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 정수 K가 5~20인 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

청구항 5

입구와 배기구를 가지는 로터실, 상기 로터실의 상기 입구에, 로터의 원주방향으로 간격을 두고 설치된 복수의 로터 블레이드, 및 상기 로터실의 상기 입구의 외주에 설치된 분급실을 구비한 와류식 공기분급기에 있어서, 상기 로터 블레이드의 로터 반경방향 길이가, 로터 블레이드 외주반경과 로터실의 배기구의 반경의 차의 0.7~1.0배인 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 로터의 회전축의 반경이 상기 로터 블레이드의 외주반경의 0.2~0.4배인 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 로터의 밑면에 기류를 규제하기 위한 융기형상체를 배열설치한 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

청구항 8

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 로터 블레이드의 간격이 서로 같은 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

청구항 9

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 로터 블레이드가, 로터의 반경방향으로 간격을 두고 복수열 배열설치되어 있는 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

청구항 10

제9항에 있어서, 로터 중심측의 로터 블레이드의 매수가, 균일하게 빠져서 로터 외측의 로터 블레이드의 매수보다도 적게 배열설치되어 있는 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

청구항 11

제5항, 제6항, 또는 제10항에 있어서, 로터실의 배기구의 반경이 로터 블레이드 외주반경의 0.4~0.8배인 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

청구항 12

제7항에 있어서, 상기 융기형상체가, 상기 로터 블레이드의 내주원에서, 상기 로터의 회전축을 향하여 원뿔형상으로 솟아오르는 원뿔형상체를 포함하는 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

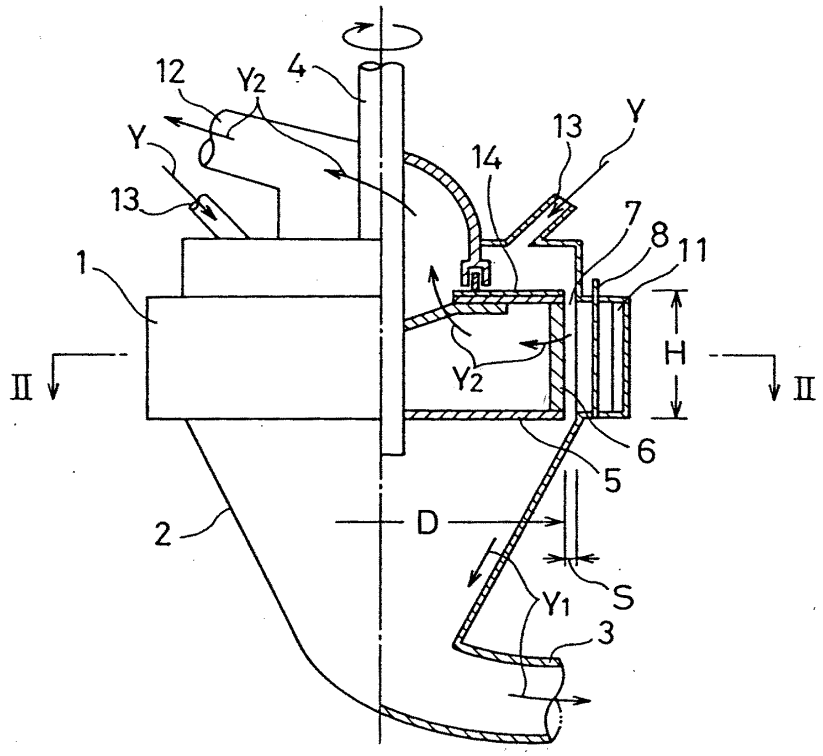
청구항 13

제12항에 있어서, 상기 원뿔형상체의 사면의 밑면에 대한 각도 θ가, 로터의 높이 H, 로터 블레이드 내주반경(R_3)과의 관계로부터 다음식으로 구해지는 것을 특징으로 하는 와류식 공기분급기.

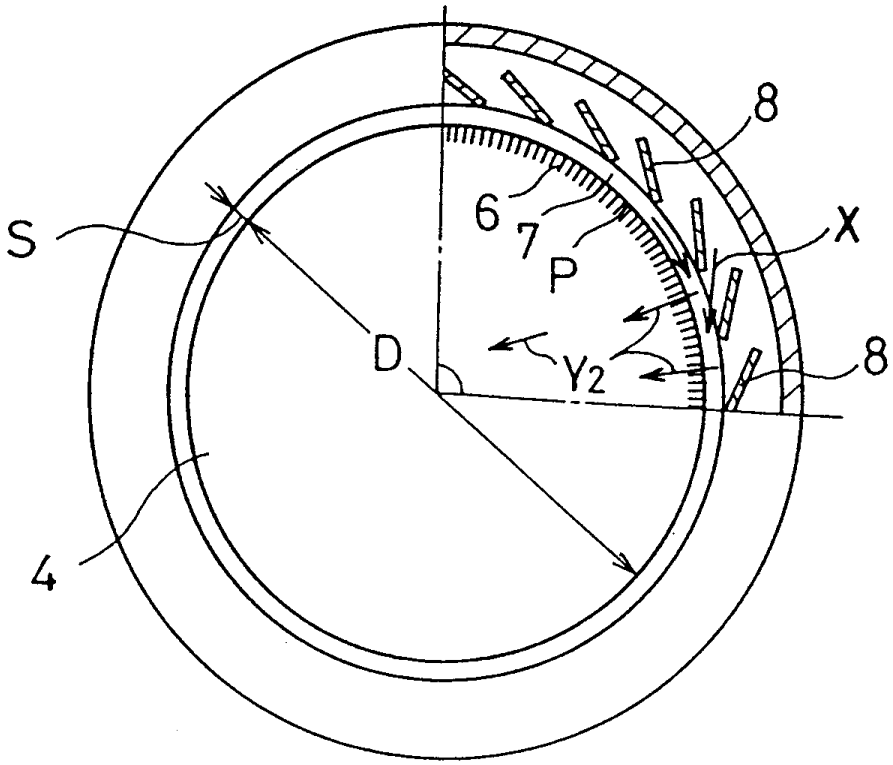
$$\theta = \tan^{-1}\{(0.3\sim0.6)H/R_3\}$$

도면

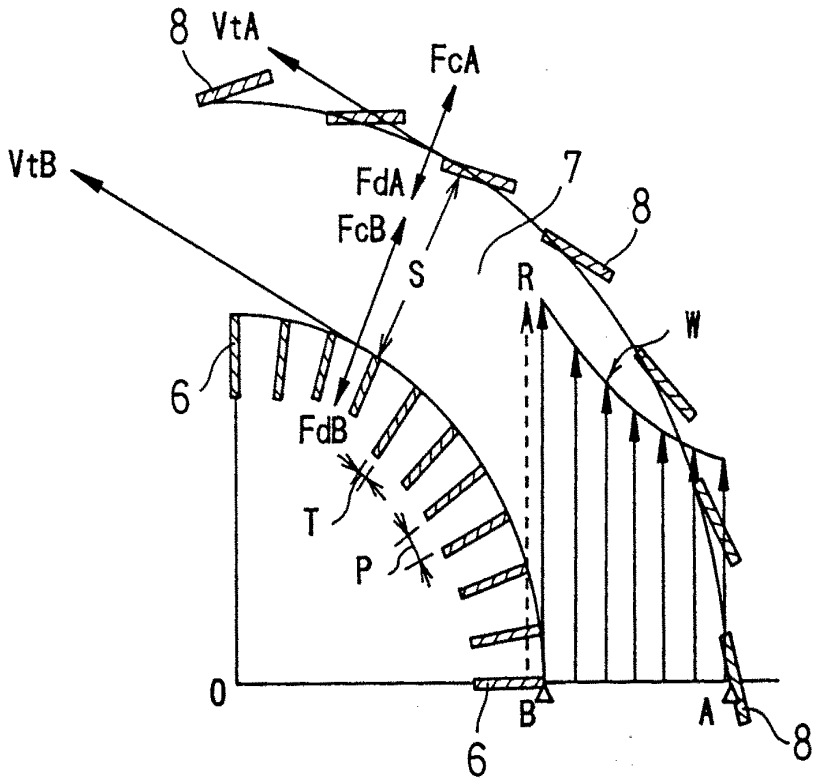
도면1



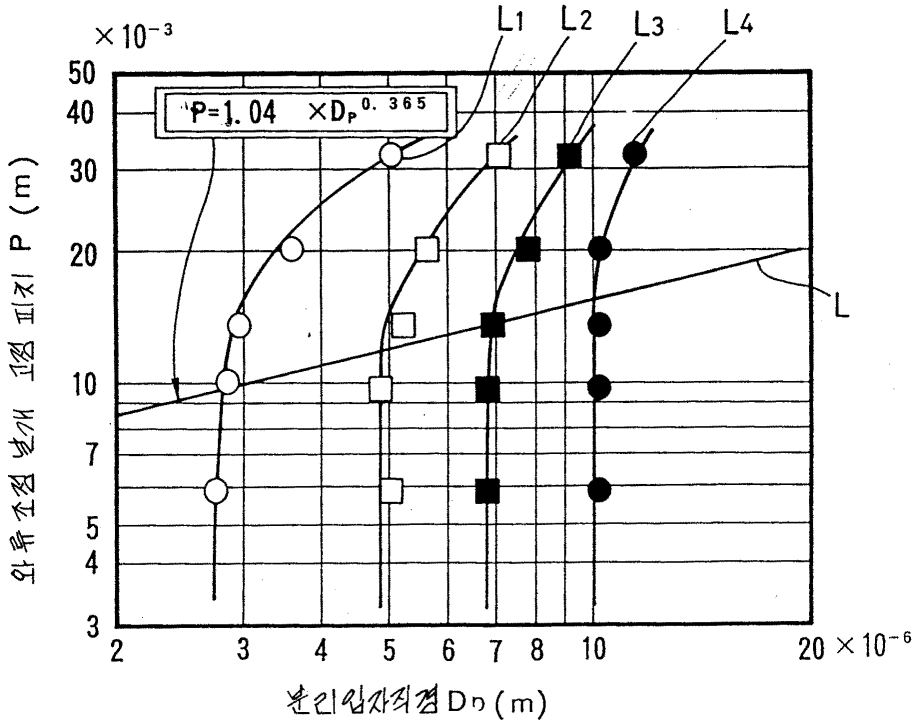
도면2



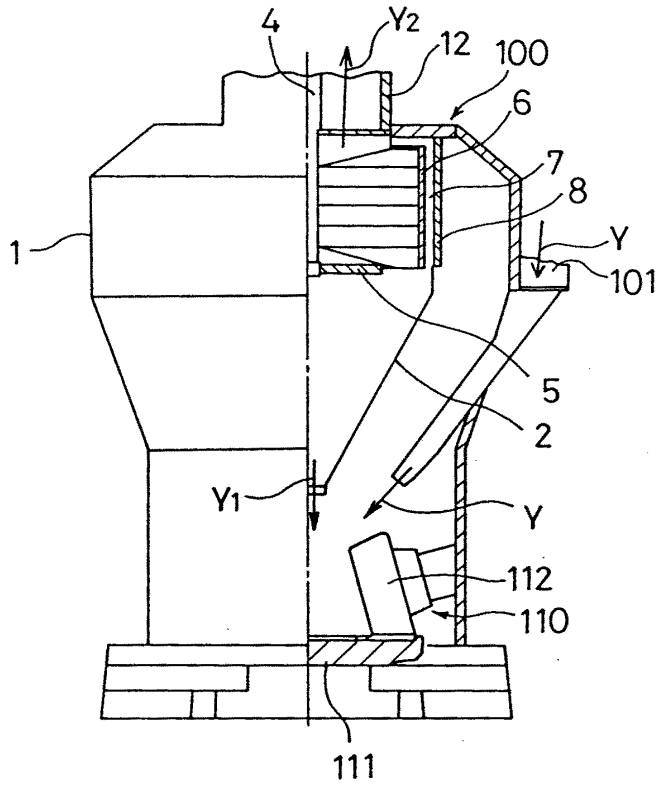
도면3


8
VtA
FcA
VtB
FdA
FcB
S
7
8
R
W
6
FdB
T
P
0
B
A
6
8

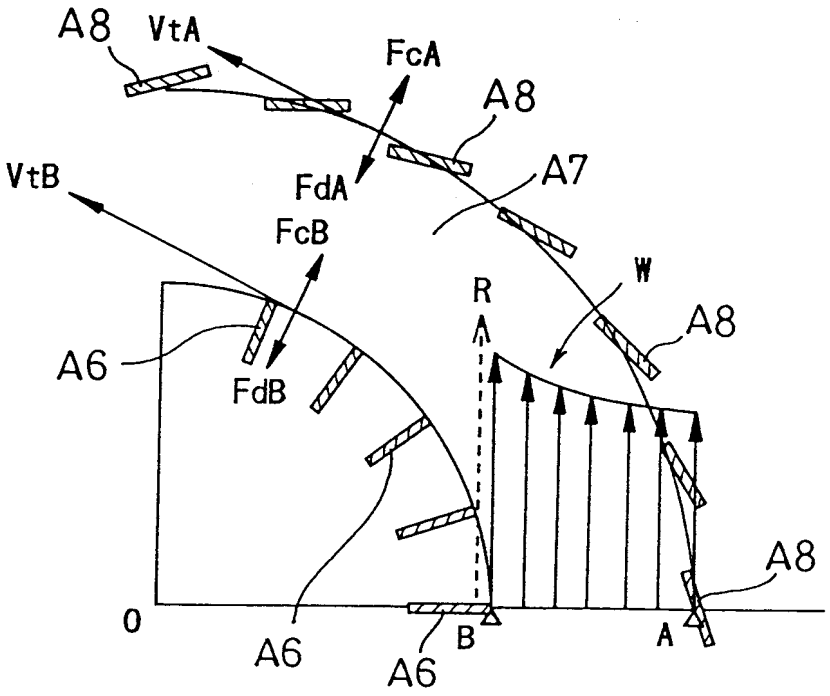
도면4


×10⁻³
L1
L2
L3
L4
P=1.04 ×Dp^0.365
L
50
40
30
20
10
7
5
4
3
2
3
4
5
6
7
8
10
20
×10⁻⁶
와류조절 날개 1점 피치 P (m)
분리입자직경 Dp (m)

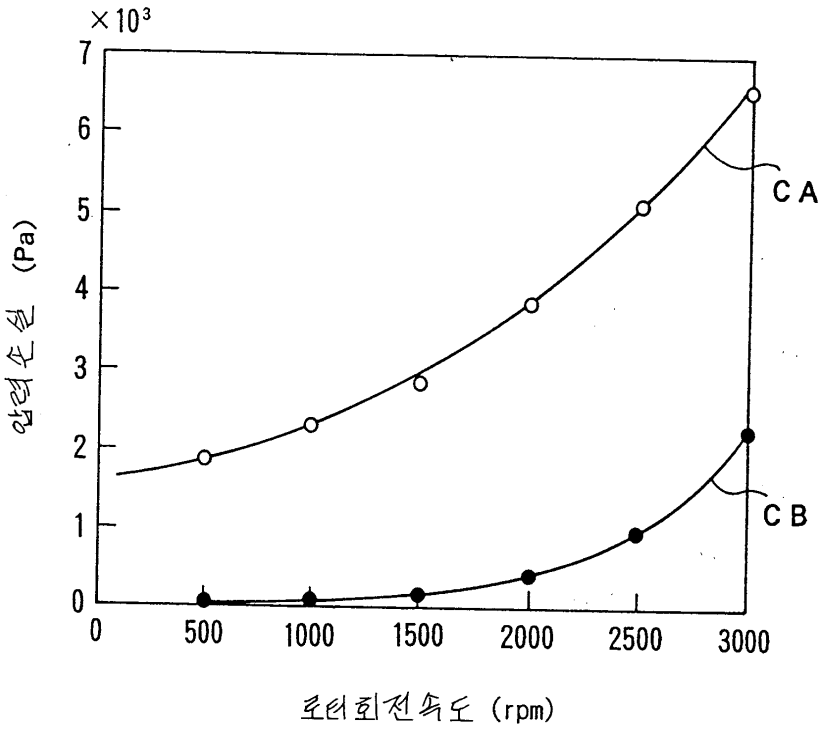
도면5


4
Y2
12
100
6
7
8
Y
101
1
5
2
Y1
Y
112
110
111

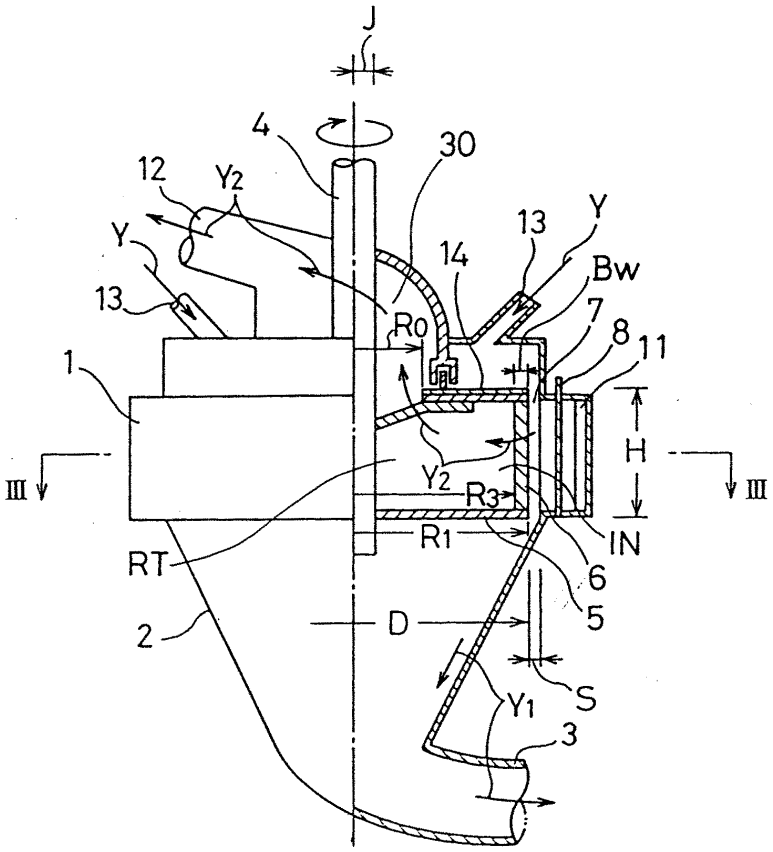
도면6


A8
VtA
FcA
A8
VtB
FdA
A7
FcB
W
R
A8
A6
FdB
A8
0
A6
B
A
A6

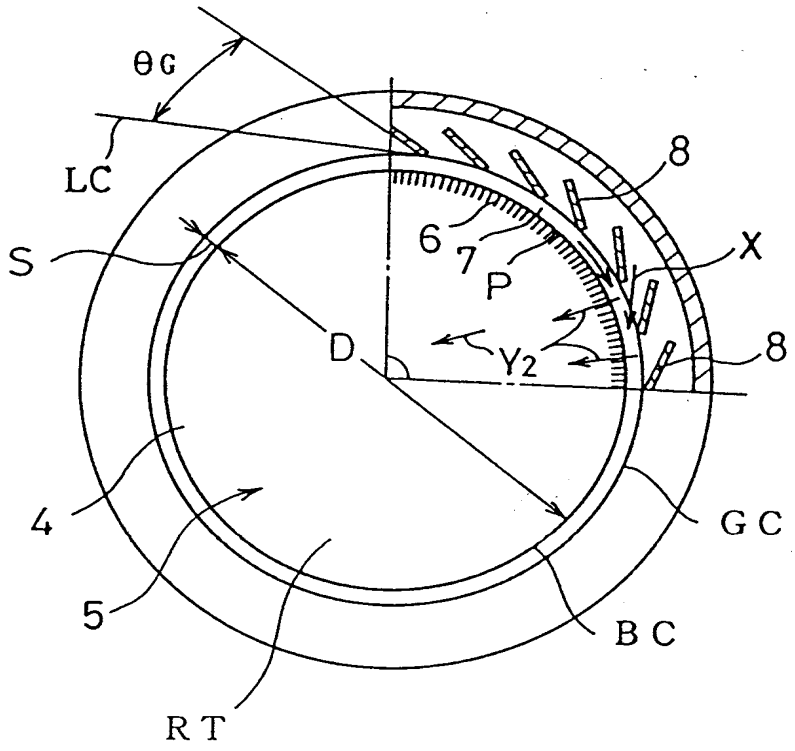
도면7


×10³
7
6
5
4
3
2
1
0
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
압력손실 (Pa)
C A
C B
로터회전속도 (rpm)

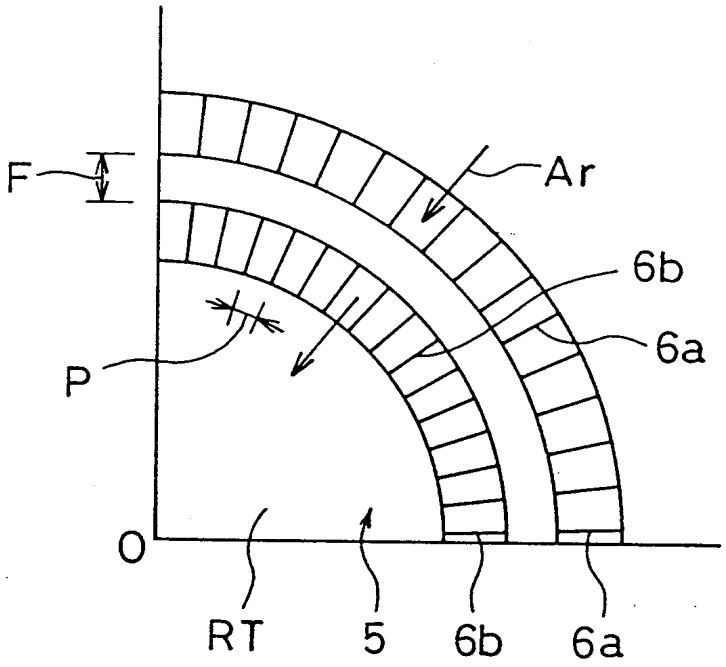
도면8


J
4
30
12
Y2
Y
13
14
Y
13
Bw
7
8
11
Ro
1
III
III
H
Y2
R3
R1
IN
RT
6
5
2
D
S
Y1
3

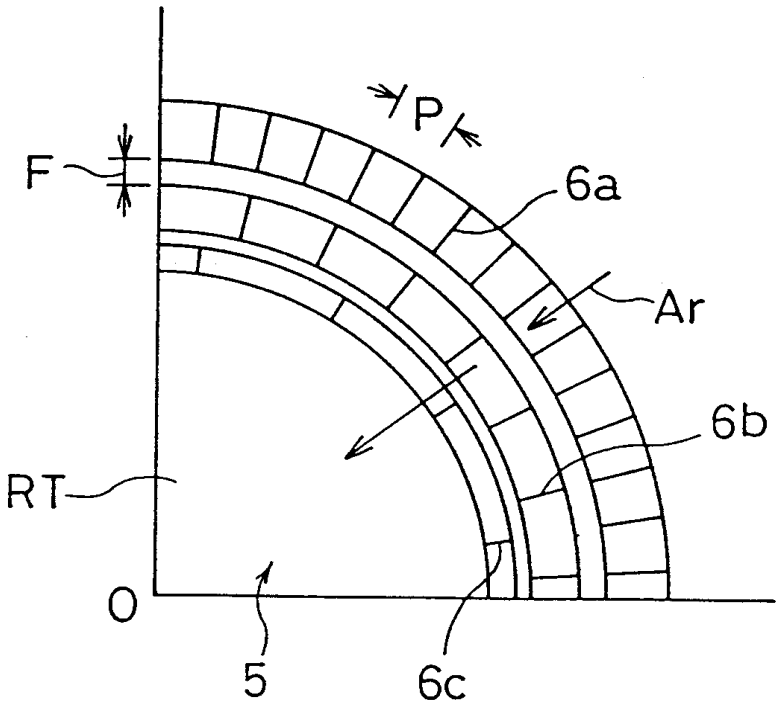
도면9



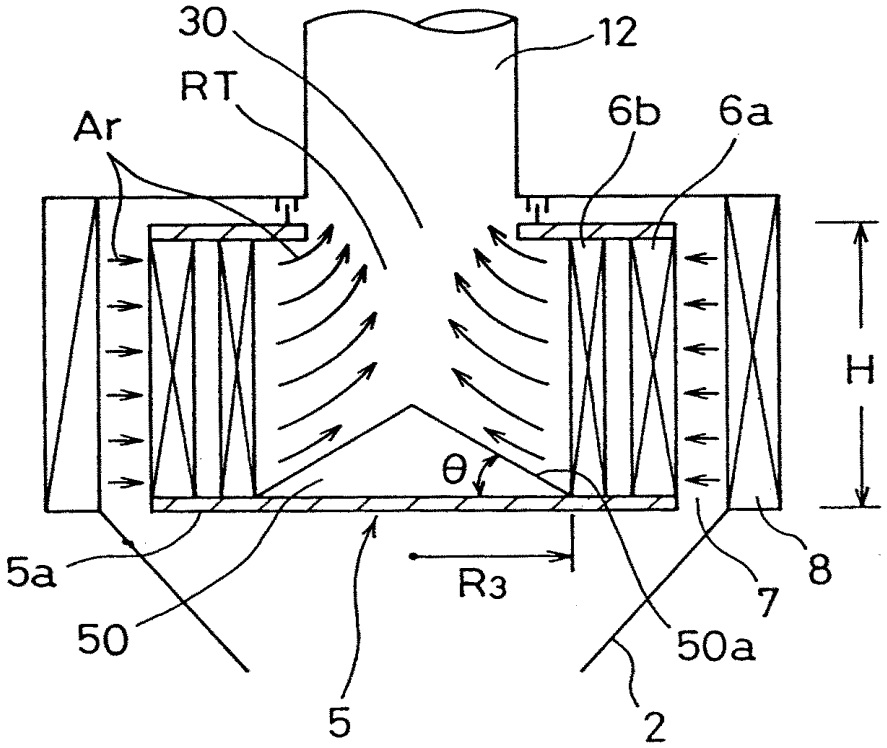
도면10



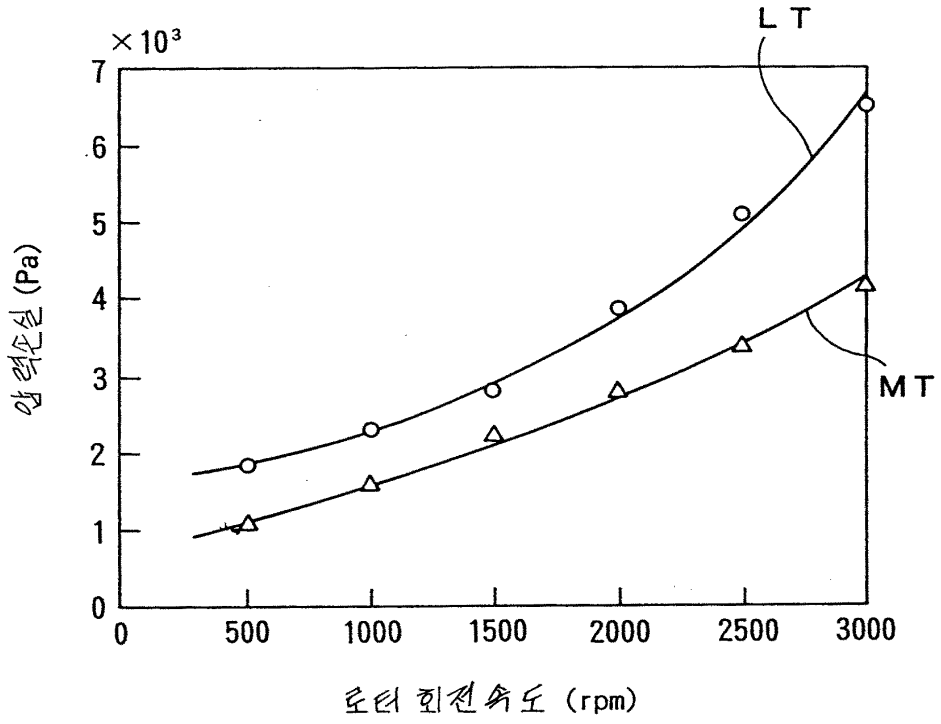
도면11



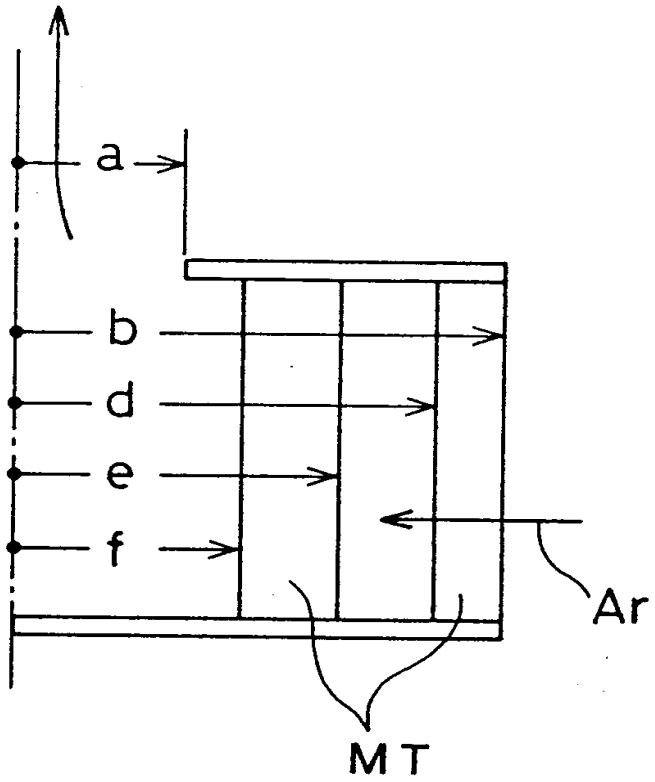
도면12



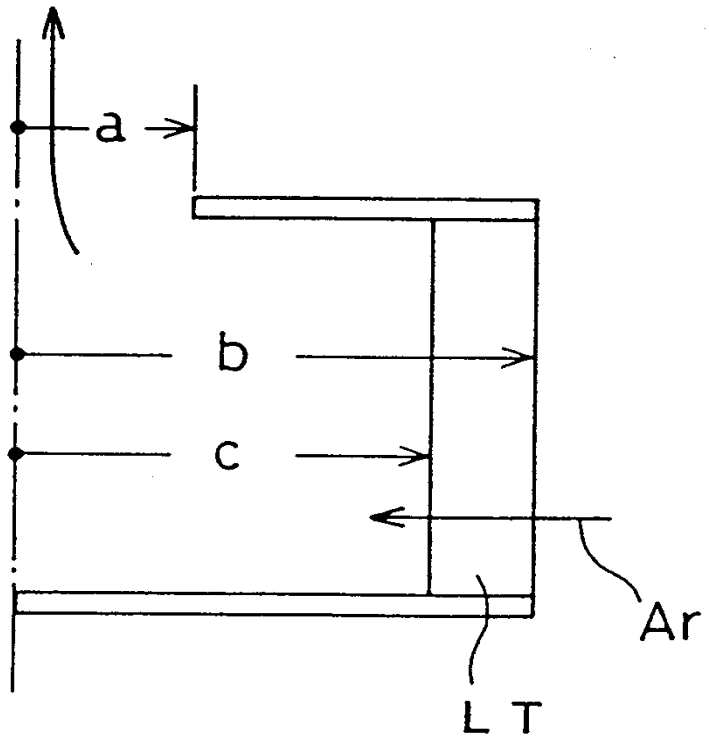
도면13


×10³
7
6
5
4
3
2
1
0
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
LT
MT
압력손실 (Pa)
모터 회전속도 (rpm)

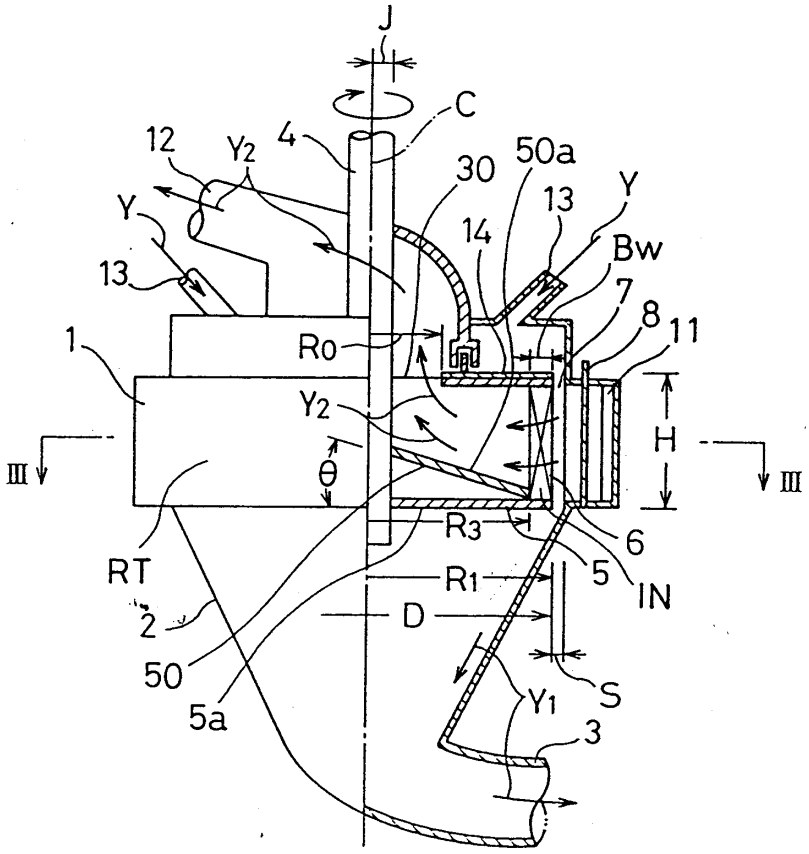
도면14


a
b
d
e
f
Ar
MT

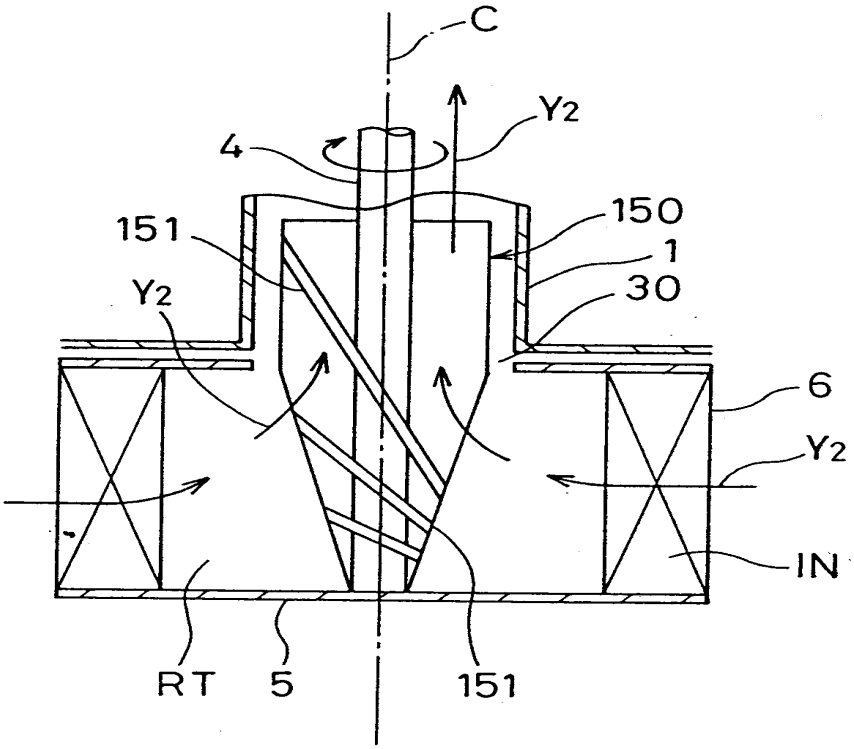
도면15


a
b
c
Ar
L T

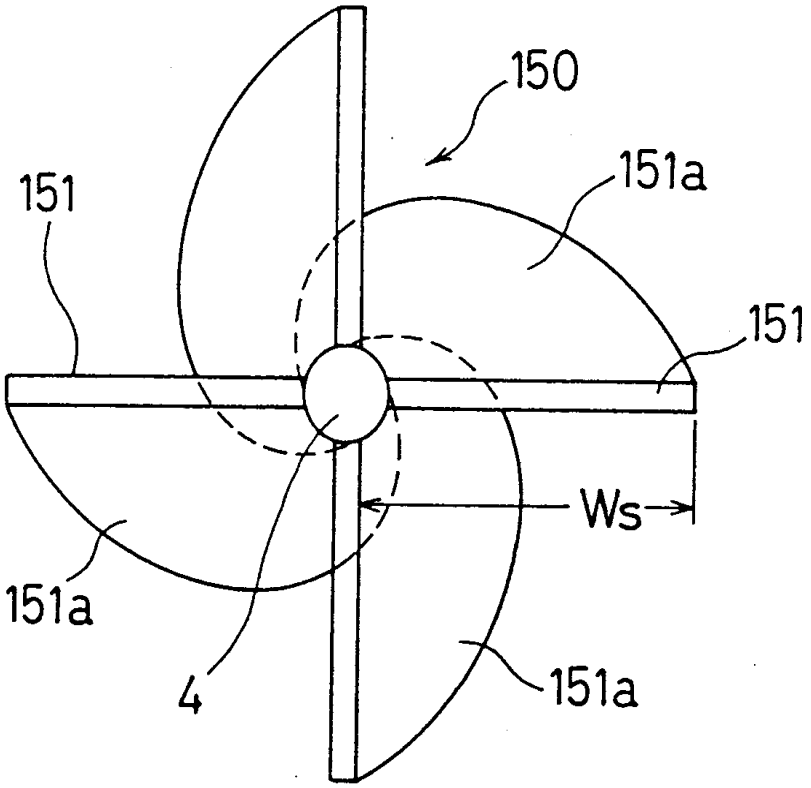
도면16


J
C
12
Y2
4
30
50a
Y
13
14
Bw
7
8
11
Y
13
1
Ro
Y2
H
III
θ
III
R3
6
RT
5
IN
R1
2
D
50
S
Y1
5a
3

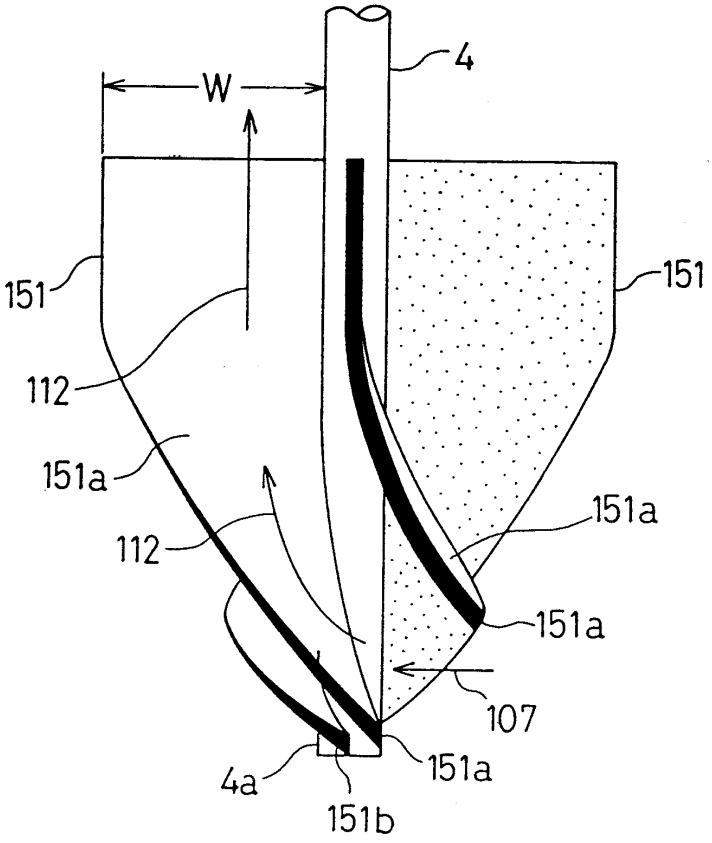
도면17


C
Y2
4
150
151
1
Y2
30
6
Y2
IN
RT
5
151

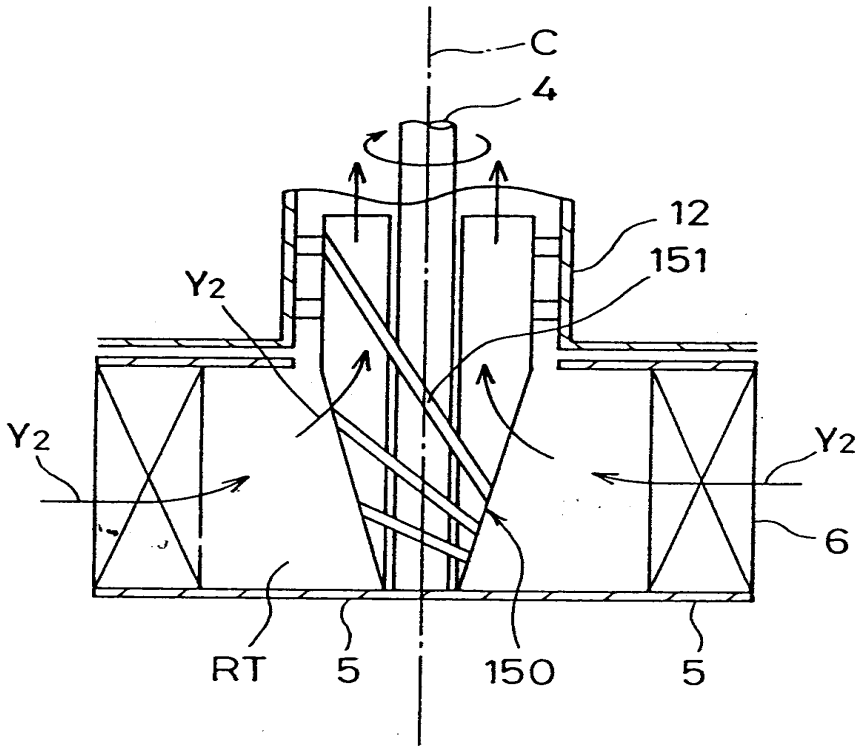
도면18


150
151a
151
151
Ws
151a
4
151a

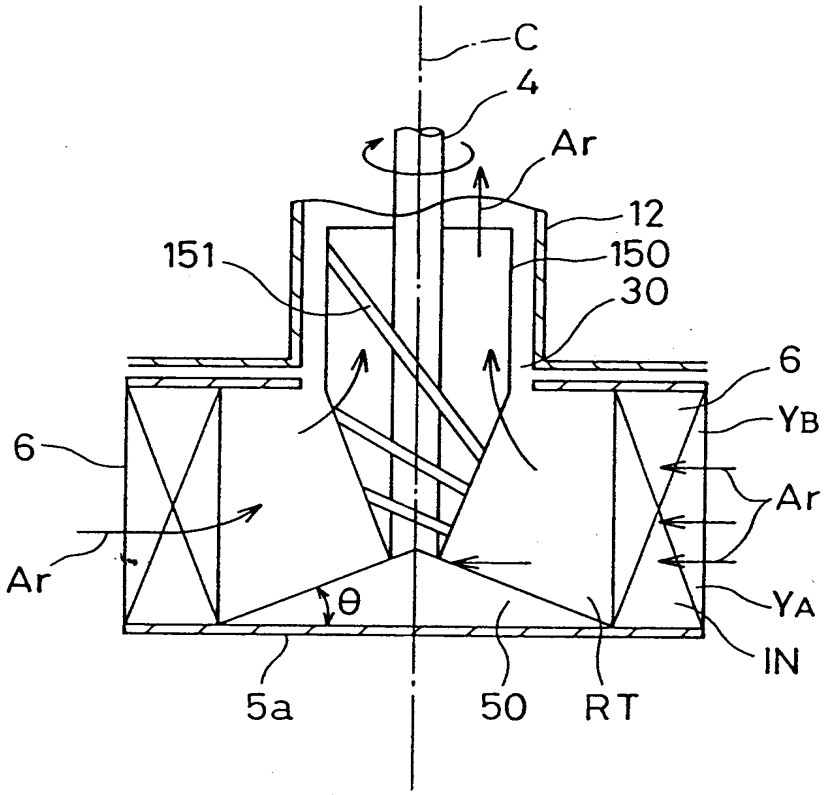
도면19


W
4
151
151
112
151a
112
151a
151a
107
4a
151a
151b

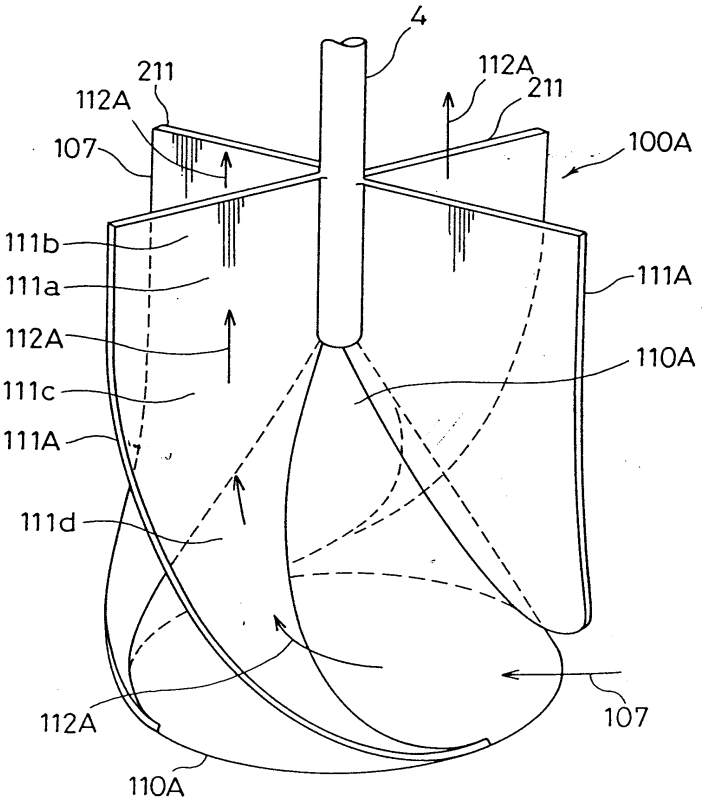
도면20


C
4
12
151
Y2
Y2
Y2
6
RT
5
150
5

도면21


C
4
Ar
12
151
150
30
6
YB
6
Ar
Ar
θ
YA
IN
5a
50
RT

도면22


4
211
112A
112A
211
107
100A
111b
111a
111A
112A
110A
111c
111A
111d
112A
107
110A

도면23

