(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
B01D 39/16 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년01월15일
(11) 등록번호 10-0667990
(24) 등록일자 2007년01월05일

(21) 출원번호 10-2001-7012013
(22) 출원일자 2001년09월21일
심사청구일자 2005년02월23일
번역문 제출일자 2001년09월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2000/005979
국제출원일자 2000년03월06일
(65) 공개번호 10-2002-0003866
(43) 공개일자 2002년01월15일
(87) 국제공개번호 WO 2000/56421
국제공개일자 2000년09월28일

(81) 지정국 국내특허 : 캐나다, 일본, 대한민국,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

(30) 우선권주장 09/273,521 1999년03월22일 미국(US)

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 캄파니
미국 55144-1000 미네소타주 세인트 폴 쓰리엠 센터

(72) 발명자
장,지퀸
미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

(74) 대리인
주성민
김영

심사관 : 김영민

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 이중 매질 진공 필터 백

(57) 요약

접합선에 의해 연결된 둘 이상의 측벽을 포함하는 진공 청소기 필터 백이 제공된다. 하나 이상의 제1 측벽은 열밀봉성 필름층 및 필름 지지층의 필름 적층물을 포함한다. 하나 이상의 제2 측벽은 적어도 합성 섬유층 및 합성 섬유 지지층을 포함하는 필터 적층물을 포함하고, 이때 하나 이상의 제1 측벽은 열 접합선에 의해 인접한 측벽에 연결된다. 필터층은 바람직하게는 진공 청소기 백에 HEPA 수준 성능을 제공하는 고효율의 미세섬유 필터 매질이다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

하나 이상의 제1 측벽이 열밀봉성 필름 층 및 필름 지지층의 필름 적층물을 포함하고, 하나 이상의 제2 측벽이 합성 섬유 필터층 및 합성 섬유 지지층을 포함하는 필터 적층물을 포함하고, 이때 하나 이상의 제1 측벽이 열 접합선(seam)에 의해 인접한 측벽에 연결되는, 접합선에 의해 연결된 둘 이상의 측벽을 포함하는 진공 청소기 필터 백.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 필터층이 용융취입 부직 필터층 또는 소섬유화된 섬유 부직 필터층을 포함하는 진공 청소기 필터 백.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 필터층의 공기 투과성이 2 내지 400㎥/min/㎡이고 기본중량이 10 내지 200g/㎡이며, 필터층이 부분 또는 전체적으로 열밀봉성 열가소성 섬유 또는 섬유층으로 형성되는 진공 청소기 필터 백.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 필터 적층물은, 공기 투과성이 100㎥/min/㎡ 내지 1000㎥/min/㎡인 열가소성 섬유의 부직 섬유상 웹으로 형성된 하나 이상의 내부 확산층을 추가로 포함하고, 열가소성 섬유가 부분 또는 전체적으로 열밀봉성 섬유이고 내부 확산층 섬유상 웹의 기본중량이 10 내지 100g/㎡인 진공 청소기 필터 백.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 지지층은, 공기 투과성이 50 내지 500㎥/min/㎡이고 기본중량이 10 내지 100g/㎡인 섬유상 부직 웹을 포함하는 진공 청소기 필터 백.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 적층물 층이 둘레 접합선을 따라 결합되고, 필름층이 열밀봉성 열가소성 물질의 외면을 포함하는 진공 청소기 필터 백.

청구항 7.

제1항에 있어서, 필름층의 기본중량이 30 내지 200g/㎡이고, 필름 지지층이 기본중량 10 내지 100g/㎡의 부직 웹이고, 필름층 및 필름 지지층이 접합선을 제외한 곳에서는 실질적으로 결합되지 않는 진공 청소기 필터 백.

청구항 8.

제3항에 있어서, 필름 층이 폴리프로필렌 중합체 또는 공중합체 필름을 포함하는 진공 청소기 필터 백.

청구항 9.

제1항에 있어서, 필터층이 $10^{14}\Omega\cdot$㎝보다 큰 저항률을 갖는 비전도성 열가소성 수지의 일렉트렛(electret) 하전된 섬유의 웹이고, 부직 필터 웹의 기본중량(BW)이 100g/㎡ 미만이고, 유효 섬유 직경(EFD)이 약 5미크론 미만이고, 침투율(PEN)이 0.03% 미만이며, 이때 하기 수학식 I의 비가 100보다 크고, 필터 웹의 기본중량이 60g/㎡ 미만인 진공 청소기 필터 백.

<수학식 I>

$$BW/(EFD \cdot PEN)$$

청구항 10.

제9항에 있어서, 필터 웹의 비 I(수학식 I)이 1,000보다 큰 진공 청소기 필터 백.

청구항 11.

제10항에 있어서, 부직 필터 웹의 하전된 섬유가 전하 증강 첨가제를 하전된 섬유의 0.2 내지 10중량%로 함유하는 진공 청소기 필터 백.

청구항 12.

제11항에 있어서, 전하 증강 첨가제가 입체장애된 아민을 포함하는 진공 청소기 필터 백.

청구항 13.

제10항에 있어서, 필터 웹의 압력 강하가 10㎜H_2O 미만이고 전하량이 5μC/㎡ 이상인 진공 청소기 필터 백.

청구항 14.

제13항에 있어서, 전하 증강 첨가제가 하나 이상의 퍼플루오르화 잔기를 함유하는 열안정성 유기 화합물 또는 올리고머 및 (또는) 트리아진 기의 질소외에 하나 이상의 질소원자를 함유하는 열안정성 유기 트리아진 화합물 또는 올리고머를 포함하는 진공 청소기 필터 백.

명세서

기술분야

본 발명은 진공 청소기 백, 특히 여과층을 갖는 진공 청소기 백에 관한 것이다.

배경기술

전통적으로, 진공 청소기 백은 셀룰로즈 종이, 일반적으로 비교적 높은 기본중량의 종이로 구성되었다. 이러한 종이 백은 비용의 면에서 유리하다. 그러나, 비교적 최근에 이러한 백이 상당량의 공기 투과성 미립자 물질, 특히 직경 10미크론 미만의 입자를 배출하는 것으로 밝혀졌다. 이러한 크기의 입자는 장기간 공중에 남게 되며 많은 알레르기 항원을 함유한다. 그 자체로, 이들 미세한 공기 투과성 입자가 진공 청소기에 의해 실내 공기에 있으면 사람들에게 알레르기 등에 관한 건강적

관심을 상당히 불러 일으킨다. 이러한 관심을 다루기 위하여, 다수의 특허에 셀룰로즈계 백을 내부 여과층, 특히 미립자 합성 섬유 필터 물질층, 예를 들어 용융취입 부직물, 스펀본드 웹 또는 이들의 혼합물과 적층하는 것이 제안되어 있다. 예를 들어, 미국 특허 제3,498,031호에는 종이 백의 내면에 작은 펠트와 같은 층을 부가하는 것이 제안되어 있는데, 주장하는 바에 의하면 이 펠트와 같은 물질이 백내의 순환하는 먼지를 가로챈다고 한다. 압력 강하가 과도하게 일어나는 것을 피하기 위하여, 필터 물질은 특정 장소에만 위치되고, 백의 임의의 다른 구역에는 필터 물질이 제공되지 않는다. 이 구조는 상당량의 입자가 여전히 필터 펠트를 통과하게 할 것이다. 또한 합성 섬유상 필터 매질의 연속 내부 라이너를 제공함으로써 종래의 종이 진공 청소기 백을 변경하는 것이 제안되었다. 예를 들어, 미국 특허 제5,080,702호에는 종이 백을 합성 섬유상 필터 매질, 예를 들어 용융취입 웹으로 라이닝(lining)하는 것이 제안되어 있고, 미국 특허 제5,306,534호에는 이러한 유형의 합성 필터 매질 백 라이너(liner)가 일렉트렛(electret) 하전될 수 있음이 제안되어 있다. 유사한 필터 라이닝된 종이 백 구조가 또한 유럽 특허 제338479호에 제안되어 있는데, 여기에는 용융취입 부직물 또는 미세유리 섬유 물질로 형성된 필터층이 기술되어 있으며, 이때 필터 물질은 일렉트렛 전하를 함유할 수 있다. 상기 유형의 필터 라이닝된 종이 백을 제조하는 방법은 미국 특허 제5,437,910호에 개시되어 있다. 이 특허에는 매우 강한 접합선(seam)을 확보하기 위하여 접합선에서 종이 층을 종이 층위에 겹치게 하는 것이 중요하다고 기술되어 있다. 이는 종이 외층의 한 가장자리에서는 필터 라이너를 빗나가게 함으로써 이루어진다.

종이로부터 전체적으로 벗어나게 할 시도로, 일부 특허에는 전적으로 합성 물질로만 형성된 진공 청소기 백이 제안되었다. 그러나, 일반적으로 이들 백의 접합선은 종래의 종이 백과 마찬가지로 박음질 또는 접착제 결합에 의해 이루어진 것으로 기술되어 있다. 미국 특허 제4,589,894호에는 직경이 평균 10미크론 미만인 랜덤 합성 중합체 미세섬유의 웹을 포함하는 필터층이 제안되어 있다. 이 필터층 웹은 특정 범위의 기본중량 및 공기 투과성을 갖는다. 또한, 이러한 비교적 약한 필터층을 보호하기 위하여, 필터층을 더 탄력적인 두 외부 부직 층, 예를 들어 스펀본드 부직 웹 사이에 끼운다. 미국 특허 제4,917,942호에는 또한 합성 물질로 진공 청소기 백을 형성함이 제안되어 있다. 이 매질로부터 생성된 진공 청소기 백은 주장하는 바에 의하면 종래의 종이 백 변환 장치에서 생성될 수 있다고 한다. 필터 물질 적층물은 지지체 웹에 직접 부착된 합성 중합체의 미세섬유 웹을 포함한다. 미세섬유 웹은 일렉트렛을 유도하도록 하전되고, 이는 미세한 1미크론 미만의 입자에 대한 높은 포획 효율을 갖는 필터 매질에 비교적 낮은 압력 강하를 제공한다.

미국 특허 제5,306,534호 및 제5,244,703호(보시스(Bosses))에는 접착제에 의해 직물에 영구적으로 부착되어, 주장에 의하면 높은 필터 효율을 갖는 재사용가능한 진공 청소기 백을 형성하는 하전된 합성 섬유 필터 웹이 기술되어 있다. 일렉트렛 하전된 필터 웹 물질은, 특히 스펀본드 물질로서 기술된, 두 외부 지지층(미국 특허 제4,589,894호와 같은) 사이에 위치한 하전된 용융취입 미세섬유 웹(미국 특허 제4,917,942호와 같은)이다. 하전된 용융취입 미세섬유 필터 웹 층(들) 및 스펀본드 층(들)은 함께 패턴 결합된 것으로 기술된다.

국제 특허출원 공개공보 WO 93/21812호(반 로센(Van Rossen))에는 미국 특허 제4,917,942호에 기술된 것과 같은 물질로 생성된 진공 청소기 백이 기술되어 있는데, 여기에는 큰 모래 입자 등에 대하여 특정 내마모성을 제공하기 위하여 진공 청소기 호스 입구 반대면에 스크림 층이 제공된다. 스크림 층은 진공 청소기 백 말단 접합선에서만 필터층에 결합되어 제조가 단순화된다. 접합선은 용접에 의해 형성되는 것으로 기술된다.

미국 특허 제5,647,881호에는 합성 섬유 여과층위에 놓인 내부 확산층 및 그 아래의 부직 지지층을 포함하는 고효율의 진공 청소기 백이 제안되어 있다. 내부 확산층은 아래의 필터층 및 지지층에 일부러 결합시키지 않는다. 생성된 백은 높은 효율을 제공함은 물론, 충격이 가해지는 조건하에서도 입자 방출이 감소된다. 백의 접합선은 열, 초음파 또는 접착제에 의해 형성될 수 있다.

상기 모든 합성 물질 필터 백 유형 구조가 종래의 종이 백 또는 심지어 필터층 라이닝된 종이 백에 비하여 효율을 상당히 증가시키지만, 저렴한 비용에서 우수한 기계적 성능과 함께 고도의 여과 성능이 여전히 필요하다.

발명의 요약

접합선에 의해 연결된 둘 이상의 측벽을 포함하는 진공 청소기 필터 백이 제공된다. 하나 이상의 제1 측벽은 열밀봉성 필름층 및 필름 지지층으로 된 필름 적층물을 포함한다. 하나 이상의 제2 측벽은 적어도 합성 섬유 필터층 및 합성 섬유 지지층을 포함하는 필터 적층물을 포함하는데, 이때 하나 이상의 제1 측벽은 열 접합선에 의해 인접한 측벽에 연결된다.

발명의 상세한 설명

도 1은 본 발명의 진공 청소기 백의 하나 이상의 판넬(panel) 또는 측벽을 형성하는데 사용되는 복합 필름 물질 적층물(11)의 횡단면도를 나타낸다. 층(12)은 주로 필름층(13)의 보호를 위해 제공된 섬유상 지지층이다.

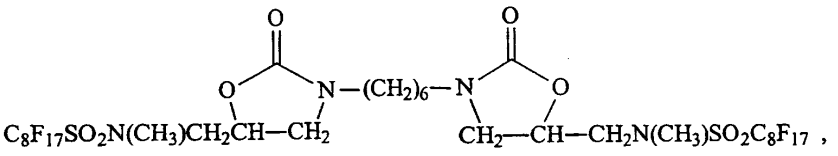
도 2는 본 발명의 진공 청소기 백의 제2 판넬 또는 측벽을 형성하는데 사용할 수 있는 복합 필터 물질 적층물(21)의 횡단면도를 나타낸다. 내부 부직 필터층(23)은 섬유를 함유하는 하전된 일렉트렛의 부직 웹으로 이루어지는데, 이는 하전된 섬유의 임의의 적합한 개방 부직 웹일 수 있다. 필터 웹은 미국 재허여 특허 제30,782호에 기술된 갈라진 소섬유화된 하전된 섬유로 형성될 수 있었다. 이들 하전된 섬유는 통상의 수단에 의하여 부직 웹으로 형성되고, 임의로 미국 특허 제5,230,800호에 개시된 것과 같은 지지 스크림에 연결되어 외부 지지층(22)을 형성할 수 있다.

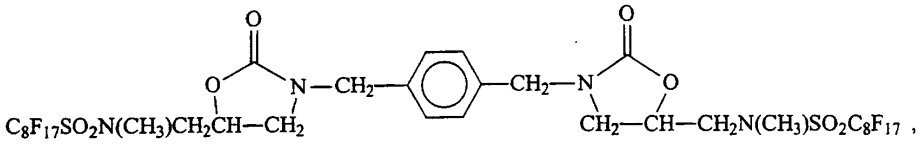
바람직하게는, 부직 필터층(23)은 미국 특혀 제4,917,942호에 개시된 것과 같은, 용융취입 미세섬유 부직 웹일 수 있다. 필터층은 상기 특허에 개시된 것과 같이 웹 형성중에 하나 이상의 지지층에 연결될 수 있거나, 또는 그 후 임의의 통상의 방식으로 지지체 웹 또는 층에 연결될 수 있다. 용융취입 부직 웹은 형성된 후 하전되지만, 이들이 형성되는 동안 그리고 용융취입 미세섬유가 웹으로서 집속되기 전에 미세섬유를 하전시키는 것이 제안된 바 있다. 용융취입 부직 웹은 전형적으로 벤트(Wente, Van A.)의 문헌["Superfine Thermoplastic Fibers", *Industrial Engineering Chemistry*, volume 48, pages 1342 이하 (1956)] 또는 벤트, 부네(Boone, C. D.) 및 펠루하티(Feluharty, E. L.)의 문헌[Report No. 4364 of the Naval Research Laboratories, 1954년 5월 25일 출판, "Manufacture of Superfine Organic Fibers"]에 교시된 방법에 의해 형성되는데, 이 섬유는 불규칙한 방식으로, 예를 들어 천공 스크린 실린더에 또는 지지체 웹상에 직접 집속되거나 또는 국제 특허 공개공보 WO 95/05232호에 기술된 방식(편평한 표면 및 파상 표면을 형성하면서 상이한 속도로 회전하는 두 동시회전 드럼 집속기 사이에)으로 집속된다.

부직 필터 매질층(23)을 형성하는 섬유는 일반적으로 하전되어 일렉트렛 특성을 생성할 수 있는 유전성 중합체로 형성된다. 일반적으로 폴리올레핀, 폴리카르보네이트, 폴리아미드, 폴리에스테르 등이 적합하고, 폴리프로필렌, 폴리(4-메틸-펜텐) 또는 폴리카르보네이트가 바람직하며, 이들 중합체는 일렉트렛 특성을 방전시키는 첨가제가 없다. 일반적으로, 필터층은 투과성이 약 2㎥/min/㎡ 이상, 바람직하게는 10㎥/min/㎡ 내지 약 400㎥/min/㎡이어야 한다. 필터층(23)의 기본중량은 일반적으로 10 내지 200g/㎡이다. 보다 높은 여과 효율이 필요하다면, 둘 이상의 필터층이 사용될 수 있다. 고효율의 필터 웹에 있어서, 필터층은 기본중량이 100g/㎡ 미만, 바람직하게는 약 15 내지 60g/㎡이고, 5.3㎝/sec의 면속도에서 압력강하는 10㎜H_2O 미만, 바람직하게는 6㎜H_2O 미만, 가장 바람직하게는 5㎜H_2O 미만이다.

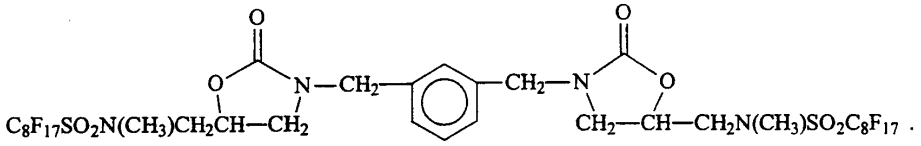
부직 필터층(23)은 또한 미국 특허 제3,971,373호 또는 제4,429,001호에 개시된 것과 같은 공지의 방식으로 혼입될 수 있는 첨가제 입자 또는 섬유를 포함할 수 있다. 예를 들어, 냄새 제거가 필요하다면, 흡수성 입자 및 섬유가 부직 필터층 웹에 포함될 수 있다.

고효율의 부직 필터층을 형성하는 섬유는 바람직하게는 HEPA(high efficiency particulate air) 수준 성능에 대한 일렉트렛 필터층의 여과 성능을 향상시킬 수 있는 성능-향상 첨가제를 함유한다. 가능성 있는 성능-향상 첨가제로는 죤스(Jones) 등의 미국 특허 제5,472,481호 및 루소(Rousseau) 등의 WO 97/07272호(미국 특허출원 제08/514,866호)에 의해 기술된 것이 있으며, 이들 특허는 본원에 그 전체가 참조로 인용된다. 성능-향상 첨가제는 플루오르화합물 첨가제, 즉 하나 이상의 퍼플루오르화 잔기를 함유하는 열안정성 유기 화합물 또는 올리고머(예: 플루오로화합물 피페라진, 퍼플루오로알콜의 스테아레이트 에스테르) 및(또는) 트리아진 기의 질소 외에 하나 이상의 질소 원자를 함유하는 열안정성 유기 트리아진 화합물 또는 올리고머를 포함한다. 일렉트렛 특성의 향상에서 증명된 그의 효능으로 볼 때, 성능-향상 첨가제는 바람직하게는 플루오로화합물 옥사졸리디논이다. 바람직하게는 플루오로화합물은 중합체의 융점보다 높고 압출 온도보다 낮은 융점을 갖는다. 가공을 고려하여, 폴리프로필렌을 사용하는 경우, 플루오로화합물은 바람직하게는 160℃보다 높은 융점, 더 바람직하게는 160℃ 내지 290℃의 융점을 갖는다. 바람직한 플루오르화합물 첨가제로는 각각 하기 화학식을 갖는 미국 특허 제5,411,576호의 첨가제 A, B 및 C가 있다:

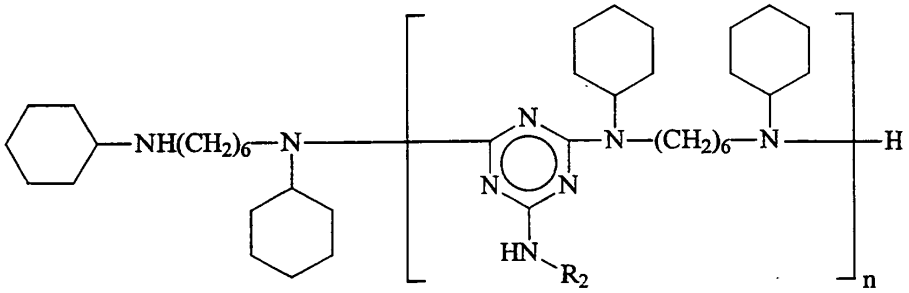




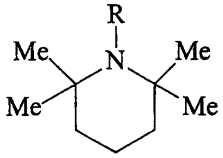
및



바람직한 트리아진으로는 하기 화학식을 갖는 것이 있으며, 식중, R^2는 알킬 기이고, 직쇄 또는 분지쇄일 수 있고, 바람직하게는 탄소수가 4 내지 10이며, n은 2 내지 40, 바람직하게는 2 내지 20의 수이다:



중합체 및 성능-향상 첨가제는 이들을 용융시키기 전에 고체로서 블렌딩시키거나, 또는 별개로 용융시키고 액체로서 함께 블렌딩시킬 수 있다. 또 다르게는, 첨가제 및 중합체의 일부를 고체로서 혼합하고, 용융시켜 비교적 첨가제가 풍부한 용융 블렌드를 형성한 후, 첨가제-비함유 중합체와 혼합시킬 수 있다.

성능-향상 첨가제는 바람직하게는 입체장애된 아민 또는 방향족 아민 화합물이고, 가장 바람직하게는 테트라메틸피페리딘 고리  (식중, R은 수소 또는 알킬 기임)로부터 유도된 것과 같은 입체장애된 아민을 함유하는 화합물이다. 바람직하게는 입체장애된 아민은 전술한 트리아진 기와 회합된다. 또 다르게는, 미국 특허 제5,057,710호(본원에 그 전체가 참조로 인용됨)에 개시된 것과 같은, 질소 또는 금속을 함유하는 입체장애된 페놀 전하 증강제가 사용될 수 있었다. 필터 매질은 바람직하게는 필터 매질의 중량을 기준으로 성능-향상 첨가제 약 0.2 내지 10중량%, 더 바람직하게는 약 0.2 내지 5.0중량%, 가장 바람직하게는 약 0.5 내지 2.0중량%를 함유한다.

HEPA 수준 성능 필터층에 대한 고효율을 생성하는데 사용된 용융취입 공정은 유효 섬유 직경(effective fiber diameter, EFD)이 5미크론 미만, 바람직하게는 4.5미크론 미만, 가장 바람직하게는 4미크론 미만인 미세 섬유 필터 웹을 생성하도록 변경된다. 유효 섬유 직경은 집속기를 다이 거리로 감소시키고, 유공성 집속기 표면내에 진공을 사용하고, 중합체 유속을 낮추거나, 또는 다이를 나오는 용융 스트림을 감쇠하는데 사용되는 공기압, 온도 또는 체적을 변화시킴으로써 감소될 수 있다. 또한, 다이 및 감쇠 공기 날개의 디자인은, 예를 들어 감쇠 공기의 상대 각도를 변화시키거나, 다이 끝과 감쇠 공기의 연결 지점 사이의 거리를 변화시키거나 또는 다이 오리피스 직경 및(또는) 직경 대 길이 비를 변화시킴으로써 변화시킬 수 있다. 이들 인자 및 기타 인자는, 예를 들어 WO 92/18677A호(보다기(Bodaghi) 등)에 논의되어 있다. 본 발명의 일렉트렛 필터 웹을 제조하는데 바람직한 중간체 조성물은 유기 중합체 90 내지 99.8중량% 및 성능-향상 첨가제 0.2 내지 10중

량%의 혼합물을 블렌딩하고 압출함으로써 제조되며, 이때 이 물질은 용융취입 조건하에 다이를 통해 압출되어 부직 웹으로서 집속되는 섬유를 형성한다. 섬유는 집속되기 전에, 물 분무, 휘발성 액체 분무, 또는 저온 공기 또는 극저온 기체(예: 이산화탄소 또는 질소)와의 접촉과 같은 냉각 과정에 의해 급냉시킬 수 있다.

용융취입 섬유는 회전 드럼 또는 이동 벨트위에 부직 웹으로서 집속된다. 집속기와 다이 사이의 거리는 일반적으로 8 내지 25㎝, 바람직하게는 10 내지 20㎝이고, 집속기는 바람직하게는 과량의 공기를 제거하기 위하여 진공과 함께 사용될 수 있도록 유공성이다.

필터 웹은 일반적으로 집속되기 전 또는 후에 정전기 하전된다. 본 발명에 유용한 정전기 하전 방법의 예로는 미국 특허 제5,401,446호(차이(Tsai) 등), 제4,375,718호(와즈워쓰(Wadsworth) 등), 제4,588,537호(클라세(Klaase) 등) 및 제4,592,815호(나카오(Nakao))에 기술된 것들이 있다. 일렉트렛 물질은 또한 수력하전될 수도 있다(앙가지반드(Angadjivand)) 등에게 허여된 미국 특허 제5,496,507호 참조). 바람직하게는, 하전 방법은 부직 웹을 미국 특허 제5,496,507호에 개시된 바와 같이 수력하전에 적용시킴을 포함한다. 이 하전 방법은 연속적일 수 있는 공정으로 HEPA 필터 웹을 형성하는데 필요한 하전 수준을 쉽게 제공한다는 점에서 유리하다. 또한 이 하전 방법은 예비형성된 웹에서 수행되어 하전된 섬유를 균일한 웹 구조로 형성하는데 있어서의 어려움을 피할 수 있다.

섬유는 하나의 균질 층, 또는 블렌드이거나, 또는 다층, 예를 들어 시이드-코어 형태일 수 있다. 다층이 사용되는 경우, 외층 또는 시이드 층의 적어도 일부는 전술한 블렌드에 기술된 것과 같은 성능-향상 첨가제를 함유해야 한다. 다른 층은 인접 필름 또는 부직 지지층에 열봉가능할 수 있다. 바람직하게는, 전술한 바와 같이, 압출된 섬유는 데이비스(Davies, C. N.)의 문헌["The Separation of Airborne Dust and particulates", Inst. of Mech. Eng., London, Preceedings 1B, 1952]에 기술된 방법에 따라 계산된 바와 같이, 유효 직경이 5미크로미터 미만인 미세섬유의 형태이다.

예를 들어, 전술한 바와 같은 수력하전에 의해 형성된 HEPA 일렉트렛 하전된 필터는 일반적으로, TSDC에 의해 측정된 전하 수준이 5μC/㎡ 이상, 바람직하게는 6μC/㎡ 이상임을 특징으로 한다. TSDC에서, 샘플을 2개의 전극 사이에 놓고, 일정한 속도로 가열하고, 샘플로부터 방전된 전류를 전류계에 의해 측정한다. TSDC는, 예를 들어 라버그네(Lavergne) 등의 미국 특허 제5,256,176호("A Review of Thermo-Stimulated Current", IEEE Electrical Insulation Magazine, vol.9, no.2, 5-21, 1993] 및 첸(Chen) 등의 문헌["Analysis of Thermally Stimulated Processes", Pergamon Press, 1981]에 기술되어 있다. 하전된 제품은 직접 시험될 수 있다. 또 다르게는, 하전된 제품 및 하전되지 않은 제품을 우선 승온에서 전계에 위치시킨 다음 중합체의 유리전이온도(T_g) 미만으로 재빨리 냉각시킬 수 있고, 분극화 계는 유도된 분극에서 작동하지 않는다. 그 다음, 샘플을 일정 속도로 가열하고, 생성된 방전 전류를 측정한다.

본 발명의 바람직한 고효율 여과 매질은 바람직하게는 기본중량(BW)이 100g/㎡ 미만이고, 유효 섬유 직경(EFD)이 5미크론 미만이고, 침투율(PEN)이 0.03% 미만인 폴리프로필렌, 폴리(4-메틸-1-펜텐) 또는 이들의 블렌드의 일렉트렛 하전된 섬유의 필터 웹을 포함하며, 이때 하기 수학식 I의 비는 100보다 크고, 바람직하게는 200보다 크고, 가장 바람직하게는 1,000보다 크다.

수학식 I

$$BW/(EFD \cdot PEN)$$

고효율 필터 웹의 침투율(PEN)은 바람직하게는 0.02% 미만이고, 가장 바람직하게는 0.01% 미만이다. 침투율은 면속도 5.3㎝/sec에서 0.3미크론의 DOP 입자의 다운스트림의 입자 농도 대 업스트림의 입자 농도로서 정의된다.

진공 청소기 백 측벽을 형성하는 필터 물질 적층물은 바람직하게는 추가로 하나 이상의 내부 확산층(24)을 구비하는데, 이는 바람직하게는 접합선(25)을 따라 진공 필터 백(20)의 둘레를 제외하고 필터층(23)에 실질적으로 결합되지 않는다. 진공 청소기 백에 대한 개선된 적재하중을 제공하도록 둘 이상의 내부 확산 층이 구비될 수 있다.

외부 지지층(22) 및 내부 확산층(24)은 둘다 직물 또는 부직물로 형성될 수 있다. 바람직하게는, 제조의 용이함, 비용 및 성능에 있어서, 외부 지지층(22) 및 내부 확산층(24)은 적어도 부분적으로 열밀봉가능한 또는 용접가능한 열가소성 섬유로부터 형성된 부직 섬유상 웹 물질이다. 바람직하게는 섬유는, 예를 들어 적어도 부분적으로 섬유 또는 섬유층으로서, 예컨대 이성분형 섬유에 대하여 상용성 열밀봉성 수지로 형성되는 필름층(13)에 열봉가능하다. 이러한 물질의 예로는 스펀본드 웹, 스펀레이스 웹 및 강화 카딩 및 "란도(Rando)" 웹이 있다. 그러나, 내부 확산층(24) 및 필터층(23)중 하나 또는 모두가 열봉가능하다면 외부 지지층은 반드시 열봉가능할 필요는 없다. 그 자체로, 외부 지지층(22)은 비열밀봉성 다공성 섬유상 물질, 예를 들어 종이, 스크림, 천 등일 수 있다. 일반적으로 외부 지지층은 강화된 부직 웹이다.

일반적으로, 외부 지지층(22)은 통상의 사용시 찢어짐에 견디기에 충분한 강도를 가져야 한다는 필요에 의해서만 한정된다. 또한, 외부 지지층(22)은 일반적으로 공기 투과성이 약 50㎥/min/㎡ 이상, 바람직하게는 100㎥/min/㎡ 내지 약 500㎥/min/㎡ 또는 그보다 커야 한다. 외부 지지층(22)의 기본중량은 일반적으로 10 내지 100g/㎡이다.

외부 지지층(22)은 접합선(25) 구역을 제외한 필터층(23)에 결합되거나 또는 결합되지 않을 수 있다. 그러나, 외부 지지층이 필터층(23)에 결합되는 경우, 필터 웹의 개방 면적을 거의 감소시키지 않을 방식으로 결합된다. 허용가능한 결합 방법으로는 접착제, 초음파 점용접 또는 열결합 등이 있다. 일반적으로 결합된 면적은 필터 횡단면적의 20% 이하, 일반적으로 10% 미만이어야 한다.

확산층(24)은 공기 투과성이 일반적으로 약 50㎥/min/㎡ 이상, 바람직하게는 100㎥/min/㎡ 이상 1000㎥/min/㎡ 미만, 가장 바람직하게는 100㎥/min/㎡ 내지 700㎥/min/㎡이다. 공기 투과성이 약 1000㎥/min/㎡ 보다 크면, 확산층이 너무 개방되어 백에 들어가는 고속의 입자에 대한 초기 차단벽으로서 작용할 수 없고, 이는 백의 충격 부하 효율에 불리한 영향을 준다. 확산층(24)은 일반적으로 기본중량이 약 10 내지 100g/㎡, 바람직하게는 15 내지 40g/㎡이다. 확산층은 인장강도(실시예에서 정의된)는 약 0.10㎏/㎝ 이상, 바람직하게는 약 0.15㎏/㎝ 이상이다. 내부 확산층의 섬유는 유효 섬유 직경이 약 10㎛ 이상이어야 한다. 적합한 확산층은 열가소성 섬유의 스펀본드 웹 및 강화된 카딩 웹, 예를 들어 폴리올레핀(예컨대, 폴리프로필렌) 스테이플 섬유의 점결합된 카딩 웹을 포함한다.

필름층(13)은 열 조건하에(즉, 열용접 또는 초음파 결합) 지지체 웹(12) 및 열가소성인 필터층(23) 및(또는) 확산층(24)에 결합가능한 임의의 적합한 열 밀봉가능한 필름층이다. 일반적으로, 이 층들은 상용성 열가소성 물질(예컨대, 모든 층들은 동일하거나 유사한 중합체(예: 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 또는 이들의 공중합체)로 형성됨)로 형성됨으로써 열봉가능하다. 필름층은 바람직하게는 폴리프로필렌 중합체 또는 공중합체로 형성되거나 또는 다층 필름이라면 적어도 이들 중합체의 외층을 갖는다. 동시압출되거나 또는 달리 형성된 다층 필름은, 예를 들어 필름층의 한쪽에 비상용성 물질을 결합시킬 필요가 있는 경우에 사용될 수 있다. 필름층은 기본중량이 약 30 내지 400g/㎡, 바람직하게는 60 내지 200g/㎡일 수 있다. 기본중량이 200g/㎡보다 크면, 접합선은 과도하게 딱딱해져 백이 쉽게 열리거나 휘어지지 않는다.

지지층(12)은 일반적으로 지지층(22)과 유사하고, 바람직하게는 적어도 접합선에서만 필름층(13)에 결합된다. 지지층(12)은 또한 바람직하게는 필름층 또는 필름층의 외면에 열봉가능하다. 바람직한 지지층은 강화된 부직물, 예를 들어 폴리프로필렌 섬유의 스펀본드 부직 웹 또는 열결합된 카딩 웹이다. 공기 투과성은 지지층(12)의 경우 중요하지 않으나, 지지층은 일반적으로 기본중량이 10 내지 100g/㎡이고 지지층(22)과 유사한 물질로 형성될 것이다. 필름층(13)과 지지층(12)의 복합물은, 일반적으로 진공 청소기 백 표면적의 20 내지 80%, 바람직하게는 40 내지 60%를 차지하는 진공 청소기 백의 측벽 또는 판넬을 형성한다.

본 발명의 진공 청소기 필터 백(20)은 열결합 방법, 바람직하게는 초음파 열결합에 의해 복합 필터 측벽(들)과 복합 필름 측벽(들)을 연결함으로써 형성된다. 접합선(25)은 입자를 포획하기 위한 내부 개방 구역(26)을 갖는 진공 백(20) 측벽 또는 판넬을 형성하는 두 상이한 적층물(11 및 21)을 연결한다. 칼러(collar)(27)는 내부 개방 구역(26)으로의 통로를 제공한다.

1회용 필터 백을 제조하는 방법은 둘 이상의 다층 적층물(11 및 21)을 함께 위치시키고, 둘 이상의 층을 연속적인 둘레 가장자리를 따라 용접하여 가장자리 접합선(25)을 용접함을 포함한다. 가장자리 접합선을 형성하기 전에, 필터 적층물(21)에 입구 개구가 제공되어 여과된 공기가 필터 백으로 들어갈 수 있다. 또한, 직물의 공기 투과성 최외각층이 백에 적층되어 내구성 백이 형성될 수 있다.

실시예

여과 물질

물질 A

시중에서 입수가능한 진공 청소기 백에 사용된 셀룰로즈 종이 필터 물질

물질 B

셀룰로즈 종이의 층에 인접한 취입 미세섬유의 층으로 이루어진 시중에서 입수가능한 진공 청소기 백 물질 적층물

물질 C

취입 미세섬유의 층이 동일 공간에 걸쳐 접착된 스펀본드 캐리어 직물로 이루어진 진공 청소기 백 물질 필터 적층물, 일렉트렛 전하를 갖는 스펀본드/미세섬유 적층물은 일렉트렛 하전된 미세섬유 층에 인접한 제2 스펀본드 직물 층에 연결된다. 이 제2 스펀본드 층은 내부 확산층을 형성한다. 필터 적층물은 본원에 참조로 인용된 미국 특허 제4,917,942호(윈터스(Winters))에 기술된 것과 같이 제조되었고, 스펀본드 캐리어 직물(기본중량 34g/㎡, 미국 사우쓰 캐롤라이나주 심슨빌 소재의 화이버웹 노쓰 어메리칸 인코포레이티드(Fiberweb North American Inc.)로부터 입수가능함), 평균 직경이 5㎛인, 기본중량 40g/㎡의 일렉트렛 하전된 취입 미세섬유 웹을 포함한다. 스펀본드 커버 웹(기본중량 34g/㎡, 화이버웹 노쓰 어메리카 인코포레이티드로부터 입수가능함)은 내부 확산층을 형성하였다.

물질 D

취입된 미세섬유 층이 기본중량 30g/㎡의 고효율 입자 공기(HEPA) 일렉트렛 하전된 취입 미세섬유로 이루어진 것을 제외하고는 매질 C와 유사한 3층 필터 물질 적층물 구조. 예를 들어, 벤트의 문헌["Superfine Thermoplastic Fibers", Industrial Engineering Chemistry, Vol. 48, pp. 1342 이하(1956)] 또는 벤트 등의 문헌[Report No. 4364 of the Naval Research Laboratories, 1954년 5월 25일 출판, "Manufacture of Superfine Organic Fibers"]에 기술된 것과 유사한 용융취입 공정을 사용하여 폴리프로필렌 기제의 취입 미세섬유(BMF) 웹을 제조하였다. 압출기는 210℃, 290℃, 340℃ 및 340℃에서 유지되는 4가지 온도 대역을 갖는데, 압출기를 다이에 연결시키는 유동관은 320℃에서 유지되고, J&M MPMD 다이(용융 중합체 용융취입 다이)라는 이름으로 J&M 캄파니(미국 죠지아주 도슨빌 소재)로부터 입수가능한 BMF 다이는 320℃에서 유지되었다. 1차 공기는 약 400℃ 및 690킬로파스칼(㎪)(갭 폭 0.102㎝)에서 유지되어 균일한 웹을 생성하였다. 폴리프로필렌 수지(에스코렌(Escorene™-PP 3505, 미국 텍사스주 휴스턴 소재의 엑손 코포레이션으로부터 입수가능한 용융유동 지수 400의 폴리프로필렌 수지)를 BMF 다이로부터 0.182g/구멍/min의 속도로 방출하고, 생성된 웹은 BMF 다이로부터 12㎝에 위치한 천공된 회전 드럼 집속기를 통과하는 스펀본드 직물(34g/㎡, 화이버웹 노쓰 어메리카로부터 입수가능함)위에 집속되었다. 집속기 드럼은 진공 시스템에 연결되었는데, 진공 시스템은 6.18×10^3파스칼의 진공에서 유지되었다. 물 미스터(mister)는 BMF 다이와 집속기 드럼의 중간에 위치하여 BMF 웹의 냉각을 용이하게 하였다. 미세섬유는 평균 유효 섬유 직경(EFD)이 2.8㎛이었다. BMF 웹을 제조하는 동안 폴리(4-메틸-1-펜텐)(TPX DX 820, 일본 도쿄 소재의 미쓰이 페트로케미칼 인더스트리즈(Mitsui Petrochemical Industries)로부터 입수가능함)에 배합된 치마솝(CHIMASSORB™) 944FL(미국 뉴욕주 호돈 소재의 시바-가이기 코포레이션(Ciba-Geigy Corp.)으로부터 입수가능함)로 이루어진 전하 증강 패키지를 분말로서 폴리프로필렌 펠렛 공급물에 첨가하였다. 안정화 패키지 분말은 1축 스크류 압출기에서 치마솝 944FL을 폴리(4-메틸-1-펜텐)에 40:60의 비로 용융 배합하고, 생성된 블렌드를 큰 직경의 섬유로 압출하고, 섬유를 분말(0.125인치 메쉬)로 분쇄함으로써 제조되었다. BMF 웹의 조성물은 폴리프로필렌 98.3중량%, 폴리(4-메틸-1-펜텐) 0.9중량% 및 치마솝 944FL 0.8중량%로 이루어졌다. 형성한 후에, 본원에 참조로 인용된 미국 특허 제5,496,507호(앙가지반드 등)에 실질적으로 기술된 수력하전 공정을 사용하여 약 550㎪의 수압을 사용하여 BMF 웹을 하전시켰다.

SAE 규격 SAE J1669에 기술된 시험 방법을 사용하여 물질 A 내지 C의 입자 포획 효율을 특징화하였다. PTI 미세 먼지(미국 미네소타주 번스빌 소재의 파우더 테크날러지 인코포레이티드(Powder Technology Inc.)로부터 입수가능함)를 10㎝/s 또는 20㎝/s의 일정한 면속도로 시험 필터 물질에 전달된 입자 챌린지(challenge)로서 사용하였다. 물질 D는 미국 미네소타주 쇼어뷰 소재의 TSI 인코포레이티드로부터 입수가능한 TSI 8110 자동 필터 시험기를 DOP 에어로졸로 20㎝/s에서 사용하여 특징화하였다. 시험 결과를 하기 표 1에 나타낸다. 히악/로이코(HIAC/ROYCO) 모델 1230 입자 계수기(미국 미들랜드주 실버 스프링 소재의 퍼시픽 사이언티픽(Pacific Scientific), 히악/로이코 디비젼으로부터 입수가능함)를 사용하여 시험 필터 물질의 업스트림과 다운스트림의 입자 농도를 측정하였다. 시차 변환기 MKS 타입 698(미국 텍사스주 리챠드슨 소재의 MKS 인스트루먼트 인코포레이티드(MKS Instrument, Inc.)로부터 입수가능함)을 사용하여 필터 물질에 걸친 압력 강하를 측정하였다. 필터 물질 A 내지 D의 입자 포획 효율 데이터를 하기 표 1에 보고한다.

[표 1]

필터 물질 성능(10㎝/s에서 0.3㎛ 입자 포획 효율)

필터 물질	침투율 %	압력 강하
A	73.3[a]	13.4[a]
B	32.4[a]	16.8[a]

C	4.7[a]	7.2[a]
C[a]	5.7[b]	14.5[b]
D	0.014[c]	40.2[c]

(a) 면속도 10㎝/s의 속도에서 SAE J1667 시험 방법으로 시험함
(b) 면속도 20㎝/s의 속도에서 SAE J1667 시험 방법으로 시험함
(c) 면속도 20㎝/s의 속도에서 TSI 8110 DOP 시험 방법으로 시험함

방출 시험

켄모어 프로그레시브 업라이트(Kenmore Preogressive Upright) 진공 청소기(미국 일리노이주 시카고 소재의 시어즈 로벡 캄파니(Sears Robeck Co.)로부터 입수가능함)에 필요한 백 디자인과 일치하는 직사각형 디자인(45.7㎝×24.5㎝)을 갖는 진공 필터 백을 사용하여 이후 기술되는 진공 청소기 입자 방출 시험 방법을 사용하여 여과 매질 A 내지 D의 여과 성능을 평가하였다. 이 평가를 위하여, 매질 A, B 및 C를 기본으로 하는 시중에서 입수가능한 진공 청소기 백이 각각 비교예 C1, C2 및 C3으로 사용되었다. 본 발명의 이중 매질 진공 청소기 백 구조는 하기와 같이 필터 매질 C 및 D를 사용하여 제조되었다.

실시예 1

매질 C의 직사각형 조각(45.7㎝×25.4㎝)으로부터 폭방향 중앙에, 필터의 한쪽 말단으로부터 약 33.5㎝에 위치되도록 원형의 개구(직경 4.8㎝)를 만들고, 판지 칼라가 제트 멜트(Jet Melt) 3748 Q 열용융형 접착제(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 캄파니로부터 입수가능함)를 사용하여 스펀본드 층중 하나에 접착제에 의해 부착되었다. 스펀본드 직물의 직사각형 조각(45.7㎝×25.4㎝, 34g/㎡, 화이버웹 노쓰 어메리칸 인코포레이티드), 폴리프로필렌 필름의 직사각형 조각(45.7㎝×25.4㎝, 두께 65㎛, 미국 아이오와주 체다 래피즈 소재의 어메리칸 프로폴 인코포레이티드(American Profol Inc.)로부터 입수가능함) 및 마지막으로 필터 매질의 외면에 칼라와 함께 위치된, 칼라를 함유하는 매질 C의 직사각형 조각으로 이루어진 적층물을 제조하고, 최대 전력 설정의 75%, 3.4×10^5파스칼 앤빌 압력 및 0.1㎧의 선속도에서 작동되는 브랜슨(Branson) FS 90 초음파 용접 장치(미국 코넥티컷주 댄버리 소재의 브랜슨 울트라소닉 코포레이션(Branson Ultrasonic Corp.)으로부터 입수가능함)를 사용하여 적층물 조립체의 둘레를 함께 초음파 용접함으로써 백을 조립하였다.

실시예 2

실시예 2의 진공 필터 백은, 매질 C를 매질 D로 대체한 것을 제외하고는, 실질적으로 실시예 1의 백과 같이 조립되었다.

방출 시험은 시험 챔버에 주택용 진공 청소기 켄모어 프로그레시브 업라이트를 설치하고, 진공 청소기에 PTI 미세 먼지(2g)를 공급하고, 라세어(LASAIR) 모델 1002 입자 계수기(미국 콜로라도주 보울더 소재의 파티클 메저먼트 시스템스 인코포레이티드(Particle Measurement Systmes, Inc.)로부터 입수가능함)를 사용하여 진공의 소모시에 입자 방출을 측정함으로써 수행하였다. 입자 방출 데이터를 하기 표 2에 나타낸다.

[표 2]
입자 방출 데이터(0.1-2㎛ 입자)

실시예	입자 방출(입자/㎤)
C1	7133
C2	3602
C3	748
1	822
2	5.6

표 2의 데이타로부터 미세입자를 제거함에 있어서 실시예 1 및 2의 디중 매질 백의 효율성을 분명히 알 수 있다. 실시예 1 및 2의 백은 각각 입자를 제거함에 있어서 종래의 셀룰로즈(C1) 또는 혼성 셀룰로즈/용융취입(C2) 백 구조에 비하여 1 내지 2배 정도 더 효율적이었다. 실시예 1의 백은 시중에서 입수가능한 일렉트렛 하전된 미세섬유 백(C3)에 실질적으로 필적하게 기능하였고, 두 이중매질 백은 C1 내지 C3의 백에 사용된 필터 매질의 절반을 사용하였다.

백 적재하중 시험

진공 청소기의 유효 수명의 표시는 먼지 수용능에 의해 제공되었다. 이 연구에서, 상이한 기본중량의 내부 확산층을 갖는 본 발명의 이중 매질 백의 성능을 연구하였다. 시험 기계로서 시중에서 입수가능한 주택용 진공 켄모어 프로그레시브를 사용하여 진공 필터 백을 모의된 사용 환경에 시험하였다. 하중 시험은 백에 포트랜드 시멘트 먼지를 증분적으로 부하하고, 시험 방법 ASTM F 558-88에 따라 진공 청소기의 공기 추력을 측정함으로써 수행하였다. 백 구조는 이후 기술되며, 50%의 공기 추력 감소 후 하중으로서 보고된 백 적재하중 결과는 하기 표 3에 나타낸다.

비교예 C4

실시예 C4의 백은, 내부 확산층이 제거된 것을 제외하고는, 실시예 1의 백과 실질적으로 동일하게 조립되었다.

실시예 3

실시예 3의 백은, 내부 확산층 필터에 사용된 스펀본드 직물의 기본중량이 34g/㎡인 대신에 17g/㎡(화이버웹 노쓰 어메리칸 인코포레이티드로부터 입수가능함)인 것을 제외하고는, 실시예 1의 백과 실질적으로 동일하게 조립되었다.

실시예 4

실시예 4의 백은, 내부 확산층에 기본중량 17g/㎡의 스펀본드 직물의 두 층이 사용된 것을 제외하고는, 실시예 3의 백과 실질적으로 동일하게 조립되었다.

[표 3]

먼지 적재하중 결과

실시예	적재하중(g)(50%의 공기추력 감소 후)
C4	50
1	78
3	64
4	93

표 3의 데이터로부터 내부 확산층을 갖는 진공 필터 백 구조가 내부 확산층을 갖지 않는 백보다 상당히 높은 먼지 수용능을 가짐을 알 수 있다. 또한, 백의 먼지 수용능은 내부 확산층의 기본중량이 증가함에 따라 증가한다. 더 중요하게는, 먼지 수용능은 다수의 확산층을 사용함으로써 상당히 개선될 수 있다. 실시예 4의 백의 적재하중은, 확산 라이너로서 기본중량 34g/㎡의 스펀본드 직물의 단일층을 사용한 실시에 1의 백보다 19.2% 높은 적재하중을 나타내었다.

필름 보호층

본 발명의 이중 매질 진공 필터 백이 부풀음/쭈그러짐 주기를 겪는 동안 필름을 진공 백 공동내에서 날카로운 돌출부와 접촉시켜 백의 필름 층에 구멍을 내었다. 하기 실시예에서 필름 두께 및 보호성 외부 스펀본드 직물 층의 첨가의 영향을 연구하였다. 다양한 백 구조를 변경된 하중 시험에 적용하였는데, 이때 백을 켄모어 프로그렛브 업라이트 진공 청소기에 위치시키고, 포틀랜드 시멘트 먼지 2,000g을 연속 부하하였다. 시멘트 먼지를 부하한 후, 진공 청소기를 추가의 30분동안 연속 작동시키고, 필터 백을 제거하여 손상을 검사하였다. 백 구조는 이후 기술하며, 필름 두께 또는 보호성 외부 층의 영향은 표 3에 나타내었다.

비교예 C5

비교예 C5의 백은, 외부 보호성 스펀본드 직물 층이 제거된 것을 제외하고는, 실시예 1의 백과 실질적으로 동일하였다.

비교예 C6

비교예 C6의 백은, 두께 65㎛의 폴리프로필렌 필름을 두께 95㎛의 폴리프로필렌 필름으로 대체한 것을 제외하고는, 비교예 C5의 백과 실질적으로 동일하였다.

[표 4]

이중 매질 백의 펀칭 저항성

실시예	펀칭 저항성
C5	구멍 뚫림
C6	구멍 뚫림
1	구멍 뚫리지 않음
3	구멍 뚫리지 않음

표 4에 보고된 내구성 시험 결과로부터 스펀본드 직물의 외부 보호층의 이점을 분명히 알 수 있다.

변경된 백 하중 시험을 사용하여, 동일 공간에 걸친, 올이 성긴 스펀본드/필름 적층물과 비교하여, 적층된 스펀본드/필름 적층물 구조의 효과를 연구하였다. 이 시험에서, 켄모어 프로그레시브 업라이트 진공 청소기의 백에 포틀랜드 시멘트 먼지 1000g을 부하한 다음, 진공 입구 호스를 2초 간격으로 1000주기 동안 개폐함으로써 충격을 주었다. 백 구조는 이후 기술되며, 필름/스펀본드 구조의 성능은 표 3에 나타낸다.

비교예 7

비교예 C7의 백은, 올이 성긴 필름/스펀본드 구조를 동일 공간에 걸쳐 적층된 스펀본드/필름 구조로 대체한 것을 제외하고는, 실시예 1의 백과 실질적으로 동일하였다. 필름/스펀본드 적층물은 폴리프로필렌 필름에 #90 고강력 접착제(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 캄파니로부터 입수가능함)를 분무 도포하고, 접착제 코팅된 필름위에 스펀본드 직물을 위치시키고, 이 적층물에 10㎏의 롤러를 굴려 스펀본드 직물을 필름에 접착시킴으로써 제조하였다.

[표 5]

또 다른 보호층 구조

실시예	필름 외관
C7	필름에 깊은 주름이 있음
1	필름에 작은 주름이 있음

표 5에 설명한 바와 같이, 올이 성긴 외층은 필름에 더 우수한 보호를 제공하였다.

투과성 매질 면적/성능 관계

백의 투과성 면적의 함수로서 하기의 입자 방출(전술한 시험 절차), 공기 흐름 및 공기 추력 감소(전술한 시험 절차)에 의해 본 발명의 이중 매질 백의 성능에 대한 투과성 매질 면적의 영향을 연구하였다. 이 연구에 사용된 백 구조는, 투과성 매질 면적이 전체 백 면적의 20%에서 80%로 체계적으로 증가한 것을 제외하고는, 실질적으로 실시예 1의 것이었다. 모든 시험은 켄모어 프로그레시브 업라이트 진공 청소기를 사용하여 수행하였다.

[표 6]

입자 방출/투과성 면적 관계

투과성 면적 %	입자 방출(입자/㎤)
20	6.5
30	6.2
40	6.2
50	3.4
60	1.7
70	1.8
80	2.8

표 6에 제시된 입자 방출 시험 결과로부터 투과성 면적이 증가함에 따라 방출이 줄어듬을 알 수 있으나, 투과성 면적의 영향은 투과성 면적이 50%보다 커지면 덜 중요하게 되었다.

백을 통한 공기 흐름에 대한 투과성 매질 면적의 영향을 다음과 같이 시험하였다:

시험 백이 장착된 켄모어 프로그레시브 업라이트 진공 청소기를 제안된 ASTM F11.23: 진공 청소기 시스템의 초기 분별 여과 효능을 결정하기 위한 표준 시험 방법에 의해 기술된 시험 챔버에 위치시켰다. 진공 청소기의 흡입 호스를 챔버의 공기 입구에 연결하고, 진공 청소기를 켜고, 시험 챔버(및 백)를 통한 공기 흐름을 측정하였다.

[표 7]

공기 흐름/투과성 면적 관계

투과성 면적 %	평균 공기 흐름(㎥/hr)
20	104
30	116
40	119
50	121
60	121
70	120
80	122

표 7의 데이터를 검사한 결과, 투과성 면적이 40%보다 커짐에 따라, 초기 공기 흐름은 투과성 면적의 증가에 의해 거의 증가되지 않았다. 그러나, 투과성 면적이 40% 미만일 때는 공기 흐름에 눈에 띌만한 감소가 일어났다.

전술한 백 적재하중 시험을 사용하여 본 발명의 이중 매질 백의 적재하중에 대한 투과성 매질 면적의 영향을 연구하였고, 그 결과는 하기 표 8에 보고한다.

[표 8]

백 적재하중/투과성 면적 관계(지정된 하중에서 보유된 전력%)

하중(g)	투과성 면적 %						
	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%
0	100	98.2	94.1	94.1	92.7	88.6	72.3
20	96.8	92.7	85.0	78.6	64.1	45.5	15.0
40	90.9	82.7	72.3	65.0	46.4	23.6	7.3

60	82.3	70.0	60.0	52.7	36.8	14.5	5.0
80	70.9	58.2	49.1	41.8	27.7	10.0	2.7
100	61.4	47.3	40.5	35.5	20.5	8.2	2.3

표 7에 나타낸 데이터로부터, 일반적으로 공기 추력 감소 속도는 백에 사용된 투과성 매질의 면적이 감소함에 따라 증가하였음을 알 수 있다. 또한, 진공 청소기의 공기 추력 감소는 투과성 면적이 40% 미만일 때 더 현저해졌다.

백 강도

본 발명의 이중 매질 백의 강도의 상대적인 정도는 백의 파열 압력 강하를 측정함으로써 얻어졌다. 실시예 1의 백 구조의 복제 샘플을 3½ HP 샵 백(HP Shop Vac) 진공 청소기(미국 펜실바니아주 윌리엄포트 소재의 샵 백 코포레이션(Shop Vac Corporation)으로부터 입수가능함)에 위치시키고, 백이 터질 때까지 포틀랜드 시멘트 먼지를 진공 청소기에 공급하였다. 시차 압력 게이지 콜 파머(Cole Parmer) 68370-04(미국 일리노이주 버논 힐스 소재의 콜-파머 인스트루먼트 캄파니(Cole-Parmer Instrument Co.)로부터 입수가능함)를 사용하여, 백이 터질 때의 파열 압력 강하를 측정하였다. 5개 백의 평균 파열 압력 강하는 74.0인치 H_2O로서, 배달될 수 있는 가장 시중에서 입수가능한 진공 청소기의 최대 진공(전형적으로 50인치 H_2O)보다 훨씬 크다.

최대 용접 두께

본 발명의 이중 매질 백의 구조에 사용된 것의 전형인 미세섬유 여과 매질에 초음파 용접될 수 있었던 최대 필름 두께를 결정하기 위하여 일련의 실시예를 실행하였다. 필름 두께는 실시예 1에 기술된 것과 유사한 이중 매질 백 구조에 65㎛ 두께(기본중량 60g/㎡)의 폴리프로필렌 필름의 다층을 사용함으로써 변화시켰다. 초음파 용접은 최대 전력 설정의 75%, 3.4×10^5파스칼 앤빌 압력 및 선속도 0.1㎧에서 작동되는 브랜슨 FS 90 초음파 용접기를 사용하여 수행하였다. 필름 층수의 함수로서 결합 강도 및 미세섬유 층에 대한 손상의 주관적 평가를 하기 표 9에 보고한다.

[표 9]

필름 두께/용접성

층 수	두께(㎛)	기본중량(g/㎡)	결과
1	65	60	양호한 용접
2	130	120	양호한 용접
3	195	180	양호한 용접
4	260	240	양호한 용접
5	325	300	양호한 용접
6	390	360	용접됨
7	455	420	용접이 어려움
8	520	480	불량한 용접, 미세섬유 손상

표 9에 나타낸 데이터로부터 미세섬유 층에 대한 손상이 없는 최대 용접가능한 필름 두께는 7층(455㎛; 420g/㎡)이었음을 분명히 알 수 있다. 더 많은 층이 용접될 수 있었으나, 더 높은 온도가 발생하기 때문에 BMF 층의 심각한 열화가 일어났다. 실제로 하나의 필름 층으로 만들어진 백은 최고의 접합선 강도를 나타내었고, 다필름 층은 접합선 강도를 개선시키지 않았다.

가요성 시험

전술한 "용접성" 실험에서 제조된 1 내지 5층의 필름을 갖는 백을 켄모어 프로그레시브 업라이트 진공 청소기에 위치시키고, 진공 작동하는 동안 백의 팽창을 관찰하였다. 하나 또는 두 필름 층을 갖는 백은 작동하는 동안 완전 팽창되었으며, 세 필름 층을 갖는 백은 부분적으로 팽창하였고, 넷 또는 다섯 필름 층을 갖는 백은 기껏해야 가장자리만 팽창되었다. 이 데이터는 바람직한 백 성능을 얻기 위해서는 필름 두께를 조심스럽게 조절해야 함을 나타낸다.

결합 강도/결합 공정/필름 연구

결합을 이루기 위해 사용된 공정 유형의 함수로서 스펀본도/미세섬유 적층물과 여러 필름 사이의 결합 강도를 연구한 일련의 실험을 수행하였다.

물질

필터 매질 C

전술된 스펀본드/폴리프로필렌 미세섬유/스펀본드 적층물

폴리프로필렌 필름

두께 65㎛, 기본중량 60g/㎡, 어메리칸 프로폴로부터 입수가능함

폴리(에틸렌 테레프탈레이트)(PET) 필름

두께 90㎛, 기본중량 100g/㎡, 일본 도쿄 소재의 테이진 리미티트(Teijin Limited)로부터 입수가능함

나일론 필름

두께 60㎛, 기본중량 58g/㎡, 미국 펜실바니아주 타마콰 소재의 KNF 코포레이션으로부터 입수가능함

용접 공정

초음파 용접

최대 전력 설정의 75%, 3.4×10^5파스칼 앤빌 압력 및 0.1㎧의 선속도에서 작동되는 브랜슨 FS 90 초음파 용접기

열 용접

미국 캘리로니아주 위티어 소재의 어메리칸 인터내셔널 일렉트릭 캄파니(American International Electric Co.)로부터 입수가능한 열봉기

접착제 결합

필름의 둘레에 적용되는 제트 멜트 3748 Q 열용융형 접착제(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 캄파니로부터 입수가능함), 접착제 선위에 위치된 매질 C 및 열용융형 접착제가 주위 온도로 냉각될 때까지 백 구조에 가해지는 1.8×10^5파스칼의 압력

초음파/접착제 결합

매질 C 백 성분위에 초음파 둘레 용접선이 생성되고, 그 후 용접 홈에 열용융형 접착제 비드가 적용되었다. 그 후, 필름을 접착제 비드에 대하여 눌러 백을 형성하였다.

결합 강도 결정

0.2㎝/s의 크로스 헤드 속도에서 작동되는 인스트론 미니(Instron Mini) 55(미국 매사츄세츠주 캔톤 소재의 인스트론 코포레이션(Instron Corp.)으로부터 입수가능함)를 사용하여 180° 박리 시험에 대한 ASTM D882 규격에 따라 모든 결합 강도를 결정하였다.

[표 10]
초음파 용접

백 구조	접합선 강도(kg/cm)	비고
매질 C/PP/SB	1.9	우수한 결합
매질 C/SB/PP	1.6	우수한 결합
매질 C/매질 C	1.3	양호한 결합
매질 C/PP	1.7	우수한 결합
매질 C/나일론	0	결합되지 않음
매질 C/PET	0	결합되지 않음

[표 11]
열 용접

백 구조	접합선 강도(kg/cm)	비고
매질 C/PP/SB	0.72	양호한 결합
매질 C/PP	0.76	양호한 결합
매질 C/나일론	0	결합되지 않음
매질 C/PET	0	결합되지 않음

[표 12]
접착제 결합

백 구조	접합선 강도(kg/cm)	비고
매질 C/PP	1.5	양호한 결합
매질 C/나일론	1.6	양호한 결합
매질 C/PET	1.4	양호한 결합

접착제에 의해 결합된 백을 시멘트 먼지 하중 주기 시험에 적용하고, 이때 백에 1,000g의 시멘트 먼지를 증분적으로 부하한 후, 백이 파열될 때까지 또는 1,000주기동안 2초 간격으로 진공 입구 관을 개폐함으로써 백에 충격을 주었다. 모든 백은 약 200g 하중 수준에서 여과 매질에 분리 파손이 일어났다.

[표 13]
초음파/접착제 결합

백 구조	접합선 강도(kg/cm)	비고
매질 C/PP	1.6	양호한 결합
매질 C/나일론	1.6	양호한 결합
매질 C/PET	1.5	양호한 결합

초음파/접착제 결합된 백을 전술한 시멘트 먼지 하중 주기 시험에 적용하였다. 모든 백에서 둘레 접합선을 따라 핀홀 누출이 관찰되었는데, 필터 매질과 필름 사이의 불량한 밀봉때문인 것으로 추측되며, 모든 백의 필름층에서 작은 구멍의 발생이 또한 관찰되었는데, 이는 필름내의 피로 물질에 기인하였다.

결합 강도, 접합 공정 및 필름 유형 연구의 결과를 토대로 하여, 폴리프로필렌 필름, 폴리프로필렌 스펀본드 직물 및 폴리프로필렌 미세섬유 필터 매질의 사용이 바람직하고, 이들 모두는 여러 진공 청소기 백 성분을 함께 강하고 잘 밀봉된 백 구조로 결합시키기 위해 바람직한 초음파 용접 공정에 적합하다고 결정된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 진공 청소기 백을 형성하는데 사용되는 지지된 필름 물질의 절단된 횡단면도이다.

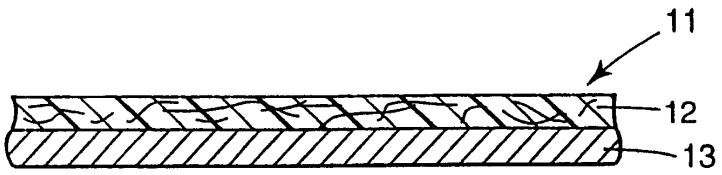
도 2는 본 발명의 진공 필터 백을 형성하는데 사용되는 필터 물질의 절단된 횡단면도이다.

도 3은 부분 절단된 본 발명의 진공 청소기 필터 백의 입면도이다.

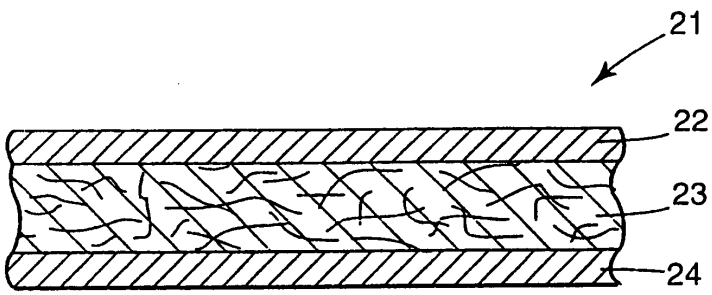
도 4는 본 발명의 진공 청소기 필터 백의 가장자리 영역의 확대 횡단면도이다.

도면

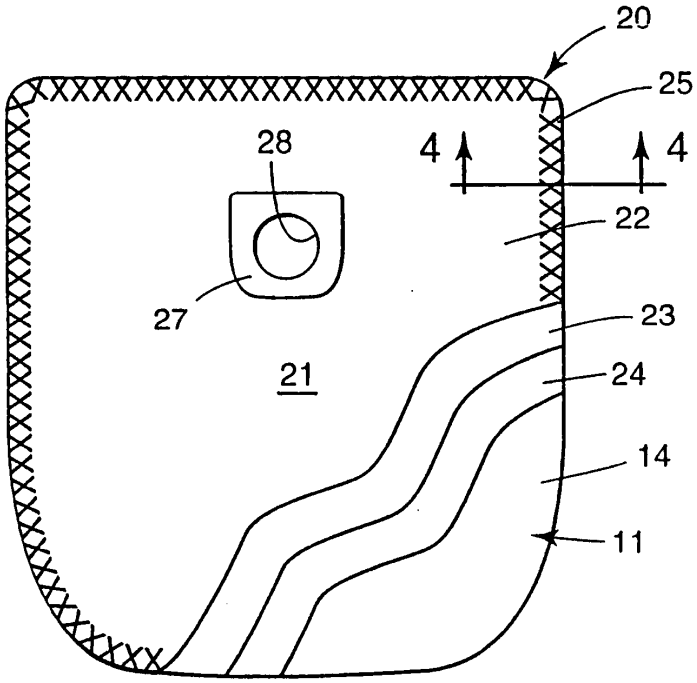
도면1



도면2



도면3



도면4

