



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월24일

(11) 등록번호 10-1476855

(24) 등록일자 2014년12월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 39/16 (2006.01) *C02F 1/28* (2006.01)

B01J 20/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7025658

(22) 출원일자(국제) 2007년03월22일

심사청구일자 2012년03월22일

(85) 번역문제출일자 2008년10월21일

(65) 공개번호 10-2009-0007342

(43) 공개일자 2009년01월16일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/064717

(87) 국제공개번호 WO 2007/109774

국제공개일자 2007년09월27일

(30) 우선권주장

60/785,397 2006년03월22일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US20030089237 A1

전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

스토우퍼, 마크, 알.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

아스틀, 로버트, 이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 김영

심사관 : 박상호

(54) 발명의 명칭 **필터 매체**

(57) 요약

본 발명의 태양은 물에서 발견되는 THM (트라이할로메탄) 및 미량 VOC(volatile organic compound; 휘발성 유기 화합물)와 같은 오염물질의 제거를 위한 향상된 처리 용량을 갖는 복합 카본 블록을 제공한다. 일 태양에서, 여과 매트릭스는 중합체성 결합제와, 용적 밀도가 0.54 (0.57, 또는 심지어 0.60) g/cc 이상인 활성탄을 포함하는 흡착성 매체를 포함한다. 카본의 BET 표면적은 1100 (950, 또는 심지어 550) g/cc 이하일 수 있다. 중합체성 결합제는 초고분자량 폴리에틸렌일 수 있다. 여과 매트릭스 제조 방법도 또한 제공된다.

(72) 발명자

프린스, 리차드, 에이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

페일, 윌리엄, 제이., 3세

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

특허청구의 범위

청구항 1

물로부터 오염물질을 제거하기 위한 여과 매트릭스로서,

중합체성 결합제와, 용적 밀도(bulk density)가 0.54 g/cc 내지 0.60 g/cc 범위인 활성탄을 포함하는 흡착성 매체를 포함하고, 47 L/m³ (20 gal/in³) 이상의 NSF-53에 따른 VOC 처리 용량을 갖는 여과 매트릭스.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 용적 밀도가 0.57 g/cc인 여과 매트릭스.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 용적 밀도가 0.60 g/cc인 여과 매트릭스.

청구항 4

제1항에 있어서, 활성탄의 BET 표면적이 1100 m²/g 이하인 여과 매트릭스.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 BET 표면적이 550 m²/g 이하인 여과 매트릭스.

청구항 6

제1항에 있어서, 중합체성 결합제는 초고분자량 폴리에틸렌을 포함하는 여과 매트릭스.

청구항 7

제1항에 있어서, 중합체성 결합제는 매트릭스 총 중량의 30% 이하의 양으로 존재하는 여과 매트릭스.

청구항 8

제7항에 있어서, 중합체성 결합제는 매트릭스 총 중량의 15% 이하의 양으로 존재하는 여과 매트릭스.

청구항 9

제1항에 있어서, 흡착성 매체는 매트릭스 총 중량의 70% 내지 100% 미만 범위의 양으로 존재하는 여과 매트릭스.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

명세서

[0001] 관련 출원과의 상호 참조

[0002] 본 출원은, 2006년 3월 22일자로 출원되고 개시 내용이 본 명세서에 전체적으로 참고로 포함된 미국 가특허 출원 제60/785,397호에 대한 35 U.S.C. § 119(e) 하의 우선권의 이익을 주장한다.

기술분야

[0003] 본 발명은 필터 매체에 관한 것이다. 더 구체적으로는, 물 여과 시스템에서 사용하기 위한, 카본 및 중합체성 결합체의 복합 블록으로부터 형성되는 필터 매체가 제공된다.

배경기술

[0004] 흡착성 물질, 예를 들어 흡착성 활성탄과, 중합체성 결합체, 예를 들어 초고분자량 폴리에틸렌(ultra high molecular weight polyethylene, UHMW PE)의 복합 블록이 물 필터 기술에서 유용하다. 예를 들어, 카본 블록 기술은 루스 베드(loose bed) 카본 입자의 비견되는 기능성, 예를 들어 복잡함 또는 너무 많은 공간의 차지 없이 물로부터의 유기 오염물질의 제거를 제공한다.

[0005] 당업자에게 공지된 바와 같이, THM(트라이할로메탄)은 음용수에서 일반적인 오염물질이며, 이는 (소독에 사용되는) 염소와, 물 중 자연 발생 유기 물질과의 반응에 의해 형성된다. THM은 발암 물질로 의심되며, 또한 물에 맛과 냄새를 부여할 수 있다. 다른 일반적인 음용수 오염물질은 수용성 가솔린 첨가제인 메틸-t-부틸 에테르(MTBE)이다. 음용수로부터 THM, MTBE 및 기타 VOC를 제거하는 것은 전형적으로 활성탄 상에서의 물리적 흡착에 의해 성취된다. 그러나, THM, MTBE 및 유사 VOC에 대한 활성탄의 처리 용량(capacity)은 현재 디자인된 것보다

낮다. 예를 들어, 활성탄 상의 클로로포름에 대한, 문헌[US EPA (Dobbs, 1980)]에 의해 공개된 용량 데이터는 단지 15 ppb에서 0.012 g/100 g이다.

[0006] THM의 제거를 위하여 종래 기술에서 사용한 물 필터에서는 폴리에틸렌과 같은 결합제를 이용하여 보다 작은 활성탄 입자들을 결합시킴으로써 제조한 카본 블록이 일반적으로 이용된다. 소비자 용도를 위한 물 필터용 카본 블록의 디자인은 카본 블록이 상대적으로 작은 물리적 크기를 가져야 할 필요성에 의해 강제된다. 종래에는, 더 작은 탄소 입자의 사용에 의해 오염물질의 제거에 필요한 운동학적 특성(kinetics)을 유지하면서 블록이 작게 만들어지는 것이 가능하게 되었다. 따라서, 카본 블록에 의한 THM 및 VOC의 제거는 평형 흡착 용량(equilibrium adsorption capacity)에 의해 제한되었다.

[0007] THM 및 VOC에 대한 성능을 최대화하기 위한 종래 기술은 최소 값을 초과하는 표면적을 갖는 활성탄을 사용하는 경향이 있었다. 예를 들어, 토시로(Toshiro) (JP 7215711)는 표면적이 1500 m²/g 초과인 활성탄을 기반으로 한 THM 제거 방법을 개시하고 있다. 다른 예에서, 츠시마(Tsushima) 등 (JP 00256999)은 표면적이 1300 m²/g 초과인 활성탄을 이용하는 THM용 정수기를 개시하고 있다. 카본을 활성화시키는 방법은 탄소 원자를 제거하여 기공 및 내부 표면적을 생성하는 것을 포함하기 때문에, 더 큰 표면적의 카본은 동일한 원료로부터 제조된 더 작은 표면적의 카본보다 밀도가 작다.

[0008] 작은 카본 블록에서 THM 및 미량 VOC에 대한 처리 용량이 증가된 물 필터를 제공하는 것이 바람직하다. 이는, 부피 기준으로 블록에서 사용되는 활성탄의 처리 용량을 최대화함으로써 그리고 복합 카본 블록에서 카본의 양을 최대화(결합제 함량을 최소화)함으로써 행해진다.

[0009] 물 필터 매체에서 오염물질에 대한 처리 용량을 증가시키는 것이 계속적으로 필요하다. 또한, 이들 필터에 필요한 결합제의 양을 감소시키는 것이 필요하다.

[0010] 개요

[0011] 물로부터 오염물질을 제거하기 위한 여과 매트릭스(filtration matrix)가 제공된다. 일 태양에서, 여과 매트릭스는 중합체성 결합제와 흡착성 매체를 포함하는데, 상기 흡착성 매체는 용적 밀도(bulk density)가 0.54 (몇몇 실시 형태에서, 0.55, 0.56, 0.57, 0.58, 0.59, 또는 심지어 0.60) g/cc 이상인 활성탄을 포함한다. 하나 이상의 실시 형태에서, 카본 BET 표면적은 1100 (몇몇 실시 형태에서, 1000, 950, 900, 850, 800, 750, 700, 650, 600, 또는 심지어 550) m²/g 이하이다.

[0012] 하나 이상의 실시 형태에서, 중합체성 결합제는 초고분자량 폴리에틸렌을 포함한다. 일 실시 형태에서, 중합체성 결합제는 상기 매트릭스의 총 중량의 30 (몇몇 실시 형태에서, 25, 20, 15, 14, 13, 12, 11, 또는 심지어 10) % 이하의 양으로 존재한다. 다른 실시 형태에서, 흡착성 매체는 매트릭스의 총 중량의 적어도 70 (몇몇 실시 형태에서, 75, 80, 85, 86, 87, 88, 89, 또는 심지어 90) %의 양으로 존재한다. 하나 이상의 실시 형태에서, 흡착성 매체는 활성탄 및/또는 납 제거 매체를 포함한다.

[0013] 다른 실시 형태는 NSF-53에 따른 VOC 처리 용량이 47 L/m³ (20 gal/in³) (몇몇 실시 형태에서, 71 L/m³ (30 gal/in³), 또는 심지어 94 L/m³ (40 gal/in³)) 이상인 여과 매트릭스를 제공한다.

[0014] 다른 태양에서, 활성탄을 포함하는 흡착성 매체를 초고분자량 폴리에틸렌과 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계 - 여기서, 활성탄은 용적 밀도가 0.54 g/cc 이상이며, BET 표면적이 1100 m²/g 이하임 - 와; 주형에 혼합물을 충전시키는 단계와; 주형을 160℃ 내지 200℃ 범위의 온도로 가열하는 단계와; 주형을 냉각시키는 단계를 포함하는 여과 매트릭스의 제조 방법이 제공된다. 하나 이상의 실시 형태에서, 상기 온도 범위는 175℃ 내지 180℃이다.

[0015] 일 실시 형태에서, 흡착성 매체는 50 내지 90 중량% 범위의 양으로 존재하며, 초고분자량 폴리에틸렌은 10 내지 50 중량% 범위의 양으로 존재한다.

[0016] 일 실시 형태에서, 임펄스 충전(impulse filling)을 이용하여 주형을 충전시킨다. "임펄스 충전"에 대한 언급은, 힘이 주형에 가해져서 불연속적인, 사실상 수직인 변위(displacement)를 야기함을 의미하는데, 이 변위는 주형 내의 적어도 일부분의 입자의 이동을 유발하여 입자가 주형 내에서 콤팩트한 배향(compact orientation)을 갖게 한다. 이는 주형이 클램핑된 테이블에 대한 해머 타격 및 공압 실린더로부터의 테이블에 대한 충격과 같은 간접적 방법과, 주형을 일련의 진동 운동(jarring motion)으로 변위시키는 임의의 적합한 직접적 방법을 포함한다. 몇몇 실시 형태에서, 임펄스 충전은 주형에 가해지는 일련의 불연속 변위(즉, 임펄스)를 포함한다.

임펄스 충전은 변위들 사이에서 이동이 없는 기간 또는 이동이 거의 없는 기간이 있다는 점에서 진동과는 다르다. 변위들 사이의 기간은 전형적으로 적어도 0.5초 (몇몇 실시 형태에서, 적어도 1, 2, 3, 5, 또는 심지어 적어도 10초)이다. 주형에 가해지는 변위는 수직 성분을 갖는다. 몇몇 바람직한 실시 형태에서, (수평 성분과는 대조적으로) 수직 성분은 주형 이동의 대부분(몇몇 실시 형태에서는, 사실상 대부분(75% 초과), 또는 심지어 거의 전부(90% 초과))을 차지한다.

[0017] 구체적 실시 형태에서, 임펄스 충전을 이용하여 복수의 주형을 충전시키며, 여기서 복수의 여과 매트릭스가 형성된다. 하나 이상의 실시 형태에서, 복수의 여과 매트릭스의 평균 중량의 표준 편차는 평균 중량의 10% (몇몇 실시 형태에서, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 또는 심지어 1%) 이하이다.

[0018] 추가의 실시 형태에서, 진동 충전을 이용하여 주형을 충전시킨다.

[0019] 하나 이상의 실시 형태에서, 본 방법은 고정된 길이의 여과 매트릭스가 얻어질 때까지 상기 혼합물을 압축시키는 단계를 추가로 포함한다.

발명의 상세한 설명

[0020] 본 발명의 태양은 물에서 발견되는 THM(트라이할로메탄) 및 미량 VOC(volatile organic compound; 휘발성 유기 화합물)의 제거를 위한 향상된 처리 용량을 갖는 복합 카본 블록을 제공한다. 당업계에 공지된 바와 같이, THM과 보다 작은 분자량의 부분 용해성 VOC에 대한 활성탄의 처리 용량은 낮다. 추가적으로, 물 여과용의 복합 카본 블록 디자인은 지금까지 점점 더 작은 필터 크기가 되게 하였고, 따라서, 고정된 부피의 필터의 물 필터 성능은 평형 THM 흡착 용량에 의해 제한된다. 그러므로, 특정 특성을 갖는 활성탄 기재 물질(base material)을 선택함으로써 그리고 카본 필터 블록 내의 활성탄 매체의 함량을 최대화함으로써 THM 및 부분 용해성 VOC (예를 들어, 메틸 t-부틸 에테르, MTBE)의 제거를 위해 물의 여과에서 이용되는 카본 필터 블록의 처리 용량을 최대화하는 것이 바람직하다.

[0021] 놀랍게도, 견과류 껍질로부터 만들어지고 용적 밀도가 대략 0.54 (몇몇 실시 형태에서, 0.55, 0.56, 0.57, 0.58, 0.59, 또는 심지어 0.60) g/cc 이상이며 BET 표면적이 1100 (몇몇 실시 형태에서, 1000, 950, 900, 850, 800, 750, 700, 650, 600, 또는 심지어 550) m²/g 이하인 활성탄은 더 작은 밀도 및/또는 더 큰 표면적을 갖는 시판용 카본으로 만들어진 이전의 카본 블록과 비교하여 THM 및 VOC를 감소시키기 위해 현저하게 더 우수하게 작동함이 밝혀졌다. 지금에 와서야, 그러한 카본으로 조제된 카본 블록에 대하여 THM 처리 용량이 약 2배 내지 약 5배 증가한다는 것이 입증되었다. 더욱이, 밀도 (0.54 g/cc 초과) 및 표면적 (1100 m²/g 초과)에 대한 기준을 충족시키는 카본은 미량 VOC의 제거에 상당히 적합한 기공 구조를 갖는다. 본 발명에 따라 기재되는 카본 물질은 물 처리 용도를 위해 복합 블록을 제조하기 위한 구매 가능한 활성탄의 전형적인 것이 아니다.

[0022] 물 처리 용도를 위해 카본 블록용 견과류 껍질로부터 제조된 전형적인 활성탄은 BET 표면적이 약 1100 m²/g을 초과하며 용적 밀도가 대략적으로 약 0.50 g/cc 이하이다. 표면적에 대한 사양(specification)을 갖는 물 처리용 블록 제조용으로 시판되는 활성탄은 단지 최소의 명시된 값을 보통 갖는다. 물 흡착 공정을 위한 카본 블록에 사용되는 가장 구매하기 쉬운 카본에는 BET 표면적 최소치가 1100 m²/g보다 클 것이 명시되어 있다. 또한, 물 흡착 공정을 위한 카본 블록에 사용되는 가장 구매하기 쉬운 카본은 용적 밀도에 대한 사양이 없다.

[0023] 상기에 언급된 명시된 특성들을 갖는 활성탄의 추가의 이점은, 활성탄이 복합 카본 블록으로 형성될 때 질량 기준으로 이전에 사용된 표준의 시판 카본보다 상대적으로 더 적은 결합제를 필요로 한다는 것이다. 상대적으로 더 적은 양의 결합제의 이용은 조제된 카본 블록 중 활성 매체의 함량의 상대적인 최대화를 가능하게 하며, 따라서 VOC를 제거하는 조제된 복합 카본 블록의 처리 용량을 최대화한다.

[0024] VOC 및 THM 제거용 카본 블록에 사용하기에 최적인 것으로 결정된 카본은 하기의 특징/특성을 갖는다. 카본 블록은, 예를 들어 코코넛 껍질과 같은 견과류 껍질 원료로부터의 카본을 사용하여 제조되었다. ASTM 표준 시험 방법 B527, D4164, 또는 D4781 중 한 가지에 의해 또는 유사한 방법에 의해 측정될 때, 카본의 용적 밀도는 약 0.54 (몇몇 실시 형태에서, 0.55, 0.56, 0.57, 0.58, 0.59, 또는 심지어 0.60) 이상이다.

[0025] 하나 이상의 실시 형태에서, 질소 흡착법에 의해 측정되고, BET(Brunauer, Emmitt 및 Teller) 방법에 의해 계산될 때, 카본의 표면적은 1100 (몇몇 실시 형태에서, 1000, 950, 900, 850, 800, 750, 700, 650, 600, 또는 심지어 550) m²/g 이하이다.

[0026] 본 발명의 하나의 대표적인 특정 실시 형태에서, 상기의 특성화된 카본은 결합제, 전형적으로는 폴리에틸렌과 혼합되며, 열에 의해, 예를 들어 성형 또는 압출에 의해 또는 최종 제품 복합 카본 블록 필터의 조제시 만족스

러운 결과를 달성하기 위한 임의의 다른 공지된 공정에 의해 복합 형상으로 형성된다. 하나 이상의 실시 형태에서, 폴리에틸렌은 초고분자량 폴리에틸렌(UHMW PE)이다.

[0027] 상기에 명시된 특성들을 갖는 카본은, 상업적으로 만족스러운 특성 및 만족스러운 물리적 완전성(integrity)을 갖는 복합 카본 블록의 제조를 위하여 상대적으로 더 적은 결합제를 필요로 한다는 것이 밝혀졌다. 사실상, 상업적으로 만족스러운 대표적인 복합 카본 블록은 약 10 중량%만큼 적은 결합제를 갖는 물질로부터 만들어졌다. 일 실시 형태에서, 중합체성 결합제는 30% (몇몇 실시 형태에서, 25, 20, 15, 14, 13, 12, 11, 또는 심지어 10%) 이하의 양으로 존재한다. 다른 실시 형태에서, 복합 카본 블록의 제조에서 사용되는 제형은 UHMW PE 결합제를 30% (몇몇 실시 형태에서, 25, 20, 15, 14, 13, 12, 11, 또는 심지어 10%) 이하의 양으로 포함한다. 표준 카본 (즉, 1100 m²/g 초과와 BET 및 0.50 g/cc 이하의 용적 밀도)을 사용하는 현재 이용되는 시판 카본 블록은 전형적으로 결합제 수준이 약 30 내지 약 55%의 범위이다.

[0028] 따라서, 본 발명의 태양을 이용하면, 본 발명에 따라 조제 및 제조되는 대표적인 복합 카본 블록에 포함되는 활성 매체는, 종래 기술에 따라 조제 및 제조되는 그러한 복합 카본 블록과 비교할 때의 약 45% 내지 약 70%에 비하여 최대 90% (몇몇 실시 형태에서, 90, 85, 80, 75, 또는 심지어 70%)까지의 필터 블록을 포함한다.

[0029] 미량 유기물에 대한 처리 용량 증가와 함께 블록 중 카본의 백분율이 증가되면 단위 블록 부피당 VOC 처리 용량이 유의하게 증가된다 (현재 기술 상태보다 2배 내지 6배 더 큼). 예를 들어, 본 발명에 따라 제조된 필터는 세제곱 미터의 블록 부피당 94리터(세제곱인치당 40 갤런) 초과와 VOC 처리 용량을 나타내었다. 전형적인 시판 카본 블록은 세제곱 미터의 블록 부피당 35리터(세제곱인치당 15 갤런) 미만의 처리 용량을 갖는다. 하기는 본 발명에 사용될 것으로 여겨지는 특정 용어를 정의하고 있다.

[0030] 본 명세서에서 용어 "UHMW PE"의 사용은 발명의 명칭이 "가스 투과성 중합체 필터 및 사용 방법(GAS POROUS POLYMER FILTER AND METHODS OF USE)"이고 개시 내용이 본 발명과 부합되는 정도로 본 명세서에 참고로 포함되며 본 출원인과의 공동 소유인 휴즈(Hughes) 등의 미국 특허 제7,112,280호에 개시된 분자량을 갖는 초고분자량 폴리에틸렌을 포함하고자 하는 것이다.

[0031] 본 출원에 사용되는 바와 같이, 용어 "복합 블록"은 매체 입자를 결합체와 혼합하여 매체 입자를 움직이지 않게 함으로써 제조된 필터 요소를 의미하는 것으로 이해된다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 상기 용어의 하나의 구체적인 예는 매체, 즉 오염물질의 제거에 사용되는 임의의 물질, 예를 들어 활성탄, 납 제거 매체, 규조토, 항미생물성 매체, 실리카, 제올라이트, 알루미늄, 이온 교환기, 비소 제거 매체, 분자 체, 전하 개질된 입자, 규산티타늄, 산화티타늄, 및 금속 산화물 및 수산화물 또는 상기의 임의의 사용가능한 조합을 포함할 수도 있는, 물 여과에 사용되는 성형된 카본 블록을 포함하지만, 이로 한정되는 것은 아니다.

[0032] 용어 "유체 및/또는 액체"는 복합 카본 블록 필터를 통해 처리될 수 있는 임의의 유체 및/또는 액체를 의미하며, 이는 식수(potable water), 비음용수(non potable water), 공업용 액체 및/또는 유체 또는 여과 장치를 통하여 처리될 수 있는 임의의 액체 및/또는 유체를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0033] 용어 "오염물질"은 유체에 또는 이 유체의 후속 처리 또는 사용에 유해한 영향을 미치는 유체 중 물질 또는 물체를 의미한다.

[0034] 용어 "분리"는 다공성 구조체를 통한 유체의 유동에 의해 오염물질을 유체로부터 제거하는 방법을 의미한다.

[0035] 달리 표시되지 않는 한, 본 명세서 및 청구의 범위에서 사용되는 성분들의 양, 분자량과 같은 특성, 반응 조건 등을 표현하는 모든 수는 모든 경우에 "약"이라는 용어로 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 그러므로, 반대로 표시되지 않는 한, 하기 명세서 및 첨부된 청구의 범위에 나타난 수치적 파라미터는 본 발명이 얻고자 추구하는 원하는 특성에 따라 달라질 수도 있는 근사치이다. 최소한, 그리고 청구의 범위의 범주와 등가인 이론의 적용을 한정하려고 시도함이 없이, 각각의 파라미터 수치는 적어도 보고된 유효 자리수의 숫자 관점에서 그리고 보통의 반올림 기법에 의해 해석되어야 한다.

[0036] 본 발명의 넓은 범주를 나타내는 수치적 범위 및 파라미터가 근사치임에도 불구하고, 특정 실시예에서 나타내어지는 수치 값은 가능한 한 정확하게 보고된다. 그러나, 모든 수치 값은 각각의 시험용 측정에서 발견되는 표준 편차로부터 필연적으로 생기는 특정 오차를 본질적으로 포함한다.

실시예

표 1

용어

명칭	설명	입수가능성
목재 기재의 카본 (Wood based Carbon)	325 메시의 활성탄	프랑스 파리 소재의 씨이씨에이 스페셜티 케미칼스(CECA Specialty Chemicals)
"티코나(TICONA) GUR 2126"	초고분자량 폴리에틸렌	미국 미네소타주 위노나 소재의 티코나 엔지니어링 폴리머스(Ticona Engineering Polymers)
"티코나 GUR 4150-3"	초고분자량 폴리에틸렌	티코나 엔지니어링 폴리머스
"쿠라레이(KURARAY) YPG25"	활성탄	일본 오사카시 소재의 쿠라레이 케미칼 컴퍼니(Kuraray Chemical Co.)
"쿠라레이 PGW-20MD"	활성탄	쿠라레이 케미칼 컴퍼니
"쿠라레이 PGW-100MD"	활성탄	쿠라레이 케미칼 컴퍼니
"쿠라레이 PGW-100MP"	활성탄	쿠라레이 케미칼 컴퍼니
"쿠라레이 YPG90"	활성탄	쿠라레이 케미칼 컴퍼니
"쿠라레이 CG 80X325"	활성탄	쿠라레이 케미칼 컴퍼니
"칼곤(CALGON) 3163"	활성탄	미국 펜실베이니아주 피츠버그 소재의 칼곤 카본 코포레이션(Calgon Carbon Corporation)
"칼곤 3164"	활성탄	
"피카(PICA) NC506"	활성탄	미국 오하이오주 콜럼버스 소재의 피카 액티베이트드 카본(PICA Activated Carbon)
"파코(PACCO) HMM"	활성탄	미국 펜실베이니아주 워렌데일 소재의 퍼시픽 액티베이트드 카본(Pacific Activated Carbon)
"피카 GX203"	활성탄	피카 액티베이트드 카본
"엔겔하르트(ENGELHARD) ATS"	세라믹 양이온 교환기	미국 뉴저지주 이센턴 소재의 바스프 카탈리스트즈(BASF Catalysts)

비교예 C1

하기 제형: 총 1200 g의 목재 기재의 카본 (35%), "티코나 GUR 2126" (43%), "티코나 GUR 4150-3" (22%)을 용기에 충전시키고, 도로 혼합 패들을 갖춘 드릴 프레스를 이용하여 혼합하였다 (약 600 rpm). 진동 테이블 및 전기 진동기(미국 로드아일랜드주 와이오밍 소재의 빙코(Vibco)로부터 입수 가능한 모델 US400)를 사용하여 진동시키면서 테이블(상부 및 하부 플레이트 및 맨드릴(mandrel)을 갖는 알루미늄 파이프)에 고정된 8개의 주형에 생성된 혼합물을 첨가하였다. 이어서, 주형을 대류식 오븐 (미국 펜실베이니아주 화이트 디어 소재의 블루 엠(Blue M)으로부터 입수 가능함)에서 약 180℃로 약 2시간 동안 가열하였다. 주형을 실온으로 냉각시키고, 생성된 카본 블록을 주형으로부터 배출하였다. 냉각된 카본 블록의 중량은 60.1 내지 68.5 g으로 다양하였다 (평균 중량 = 64.3 g). 8개의 모든 생성된 카본 블록은 주 크랙을 나타냈다.

실시예 1

해머로 테이블을 두드림으로써 주형이 충전 테이블의 수직 변위를 받게 하면서 충전 테이블에 고정된 주형을 충전시킨다는 것을 제외하고는, 비교예 C1에 설명된 절차를 따랐다. 주형이 완전히 충전될 때까지 약 3분 동안 대략 매 2초마다 테이블의 상부에 해머 타격을 가하였다. 생성된 카본 블록은 중량이 약 73.1 내지 약 77.0 g (평균 중량 = 75.0 g) 범위였다. 생성된 카본 블록 전부는 외관상 크랙 없이 온전하였다. 이어서, 카본 블록은 카본 블록 상에 엔드 캡(end cap)을 접합시키고 엔드 캡핑된 블록을 하우징 내로 삽입함으로써 물 필터로 만들었다. 필터를 기압 강하에 대하여 시험하였다. 이는 필터의 외부로부터 내부까지, 25℃에서 25 L/min 유량의 공기가 카본 블록을 통과할 때 일어나는 기압 강하이다. 25 L/min에서의 기압 강하는 약 80.8 cm (31.8 in) 내지 약 93.7 cm (36.9 in) H₂O의 범위이며, 이는 카본 블록 다공성과 매우 연관됨을 나타낸다. 실시예 1의 카본 블록의 제조 방법은, 각 실시예의 평균 중량을 이용하면 비교예 C1의 방법을 사용하여 제조한 카본 블록보다 밀도가 약 16% 크게 되었다.

비교예 C2

카본 블록 상에 엔드 캡을 접합시키고 엔드 캡핑된 블록을 하우징 내로 삽입함으로써 수도꼭지용 필터(end-of-tap water filter)를 제조하고, 하기 제형을 이용하는 것을 제외하고는, 비교예 C1에서 설명한 절차에 따랐다: 총 약 5000 g의 "쿠라레이 YPG25" (30%), "피카 GX203" (16%), "티코나 GUR 2126" (14%), "티코나 GUR

4150-3" (34%) 및 "엔겔하르트 ATS" (6%). 시험한 카본 블록 중 75%가 크립토스포리디움(cryptosporidium) 감소에 대한 NSF 53 시험을 통과하였다. VOC 제거에 대한 NSF 53의 사용 수명(service life)은 492 L (130 gal)였다.

[0044] 실시예 2

[0045] 제형이 총 약 1800 g의 "쿠라레이 YPG90" (25%), "쿠라레이 YPG25" (45%), "티코나 GUR 2126" (12.5%), "티코나 GUR 4150-3" (12.5%) 및 "엔겔하르트 ATS" (5%)이고, 실시예 1에 설명한 바와 같이 충전 테이블의 수직 변위를 이용하는 것을 제외하고는, 비교예 C2에 설명한 절차를 따랐다. 시험된 100%의 카본 블록이 크립토스포리디움 감소에 대한 NSF 53 시험을 통과하였다. VOC 제거에 대한 NSF 53의 사용 수명은 757 L (200 gal)를 초과하였다 (757 L (200 gal)에서 유출물 중 VOC가 검출되지 않음).

[0046] 비교예 C3

[0047] 엔드 캡을 갖추고 카트리지 내에 설치되는 수도꼭지 장착식 카본 블록을 하기 제형: 총 약 5000 g의 "쿠라레이 YPG100MD" (30%), "쿠라레이 YPG20MD" (43%), "티코나 GUR 2126" (10%), 티코나 GUR 4150-3 (10%) 및 "엔겔하르트 ATS" (7%)를 사용하여 제조하고, 비교예 C2에 설명된 바와 같이 혼합기에 충전시키고, 약 13분 동안 혼합하였다. 생성된 혼합물을 비교예 C2에 설명한 것에 비견되는 진동 테이블을 사용하여 주형에 첨가하였다. 주형을 177°C (350°F)로 가열하고 압축하였다. 압축은 552 kPa (80 psig)의 공기 공급원을 이용하여 약 8896 N (2000 lb의 힘)을 전달할 수 있는 가변 거리 공압 공기 실린더를 사용하여 가열 사이클 전체에 걸쳐 블록당 138 N (31 lb의 힘)의 일정한 힘으로 수행하였다. 블록은 고정된 길이로 압축하지 않았다. 가열 및 압축 후, 물을 이용하여 주형을 약 38°C (100°F)로 냉각시키고, 카본 블록을 주형으로부터 배출시켰다. 생성된 48개의 카본 블록의 배치(batch)에 있어서 생성된 주조 카본 블록의 길이는 평균 길이가 13.78 cm (5.426 in), 최대 길이가 13.89 cm (5.470 in), 최소 길이가 13.49 cm (5.310 in)였고, 길이의 표준 편차는 0.12 cm (0.049 in)였다. 필요할 경우, 카본 블록은 13.51 cm (5.32 in)의 길이로 트리밍(trim)하였다.

[0048] 비교예 C4

[0049] 가열 사이클 동안 주형을 압축하지 않은 것을 제외하고는 비교예 C3과 동일한 제형을 이용하여 64개의 카본 블록을 제조하였다. 생성된 카본 블록은 평균 길이가 14.53 cm (5.721 in)였다. 카본 블록은 13.51 cm (5.32 in)의 길이로 트리밍하였다.

[0050] 실시예 3

[0051] 가열 사이클 동안 1.4 cm (0.550 in)의 고정된 길이로 주형을 압축한 것을 제외하고는 비교예 C3과 동일한 제형을 이용하여 64개의 카본 블록을 제조하였다. 압축력은 베이킹 동안 시간이 지남에 따라 변하였다. 고정된 길이의 압축은 탭형(tabbed) 피스톤(30)을 이용하여 성취하였다. 생성된 64개의 카본 블록의 배치에 있어서 생성된 주조 카본 블록의 길이는 평균 길이가 13.52 cm (5.321 in), 최대 길이가 13.53 cm (5.328 in), 최소 길이가 13.50 cm (5.316 in)였고, 길이의 표준 편차는 0.01 cm (0.004 in)였다. 주조된 카본 블록은 트리밍 없이 사용하였다.

[0052] 실시예 4:

[0053] 하기 제형: 총 약 5000 g의 "YPG 100MD" (30%), "YPG 20MD" (43%), "티코나 GUR 2126" (10%) "티코나 GUR 4150-3" (10%) 및 "엔겔하르트 ATS" (7%)를 사용한 것을 제외하고는 실시예 1에 설명한 절차를 이용하여 64개의 수도꼭지 장착식 카본 블록을 제조하였다. 이 혼합물을 수직 변위 충전에 의해 주형에 첨가하였다. 주형을 177°C (350°F)로 가열하고, 13.7 cm (5.4 in)의 고정된 길이로 압축하였다. 생성된 카본 블록은 중량이 68.2 g 내지 70.1 g 범위였고, 평균 중량은 69.3 g이며 상대 표준 편차는 1.2%였다. 상기에 설명한 바와 같이 측정된 카본 블록의 공기 유동 저항성(압력 강하)은 약 140 cm(55 in) 내지 약 160 cm(63 in) H₂O 범위였고, 평균 값은 153 cm(60.3 in) H₂O이며 상대 표준 편차는 5.5%였다. 시험한 100%의 카본 블록이 크립토스포리디움 감소에 대한 NSF 53 시험을 통과하였다. 시험 전체에 걸쳐 유출물에서 검출가능한 입자는 전혀 측정되지 않았다. 카본 블록은 탁월한 VOC 성능(189 L (50 gal)의 시험 후 2 ppb 미만의 통과량(breakthrough))을 나타냈다.

[0054] 비교예 C5

[0055] 하기 제형: 총 약 5000 g의 "피카 GX203" (14%), "쿠라레이 YPH 20 MD" (31%), "티코나 GUR 2126" (15%), "티코나 GUR 4150-3" (33%) 및 "엔겔하르트 ATS" (7%)를 사용한 것을 제외하고는 비교예 C4에서 설명한 절차

에 따라 수도꼭지 장착식 카본 블록을 제조하였다. 상기에 설명된 바와 같이, 카본 블록의 공기 유동 저항은 약 11.2 kPa (45 in. H₂O) 내지 약 13.4 kPa (54 in. H₂O) 범위였다 (평균 = 12.2 kPa (48.8 in. H₂O), 상대 표준 편차 = 8.0%). 이러한 배치로부터의 대표적인 블록은 NSF 크립토스포리디움 제거에 대한 시험을 통과하지 못하였다. 다른 대표적인 카본 블록은 VOC 제거 시험을 통과하였다. 약 189 L (50 gal) 후 유출물은 간신히 요건을 만족시켰으며, 이는 열등한 공정 용량을 나타내는 것이다 (약 15 ppb의 허용 최대치에 비해 약 9.4 ppb의 통과량).

활성탄

표 2에는 여러 활성탄이 용적 밀도 및 BET 표면적 데이터와 함께 열거되어 있다.

표 2

활성탄	용적 밀도 (g/cc)	BET 표면적 (m ² /g)
"칼콘 3164"	0.37	1247
"피카 GX 203"	0.49	1180
"칼콘 3163"	0.54	>1100*
"피카 NC 506"	0.51	>1100*
"쿠라레이 PGW-100" 및 "쿠라레이 PGW-20"	0.59	518

* 이들 값은 제조업자의 사양이며, 다른 모든 것은 측정함.

하기 표에는 표 3에 열거된 활성탄을 사용하는 가정용 물 필터 블록의 VOC 처리 용량이 요약되어 있다.

표 3

	활성탄	필터	단위 필터 부피당 VOC ⁽¹⁾ 에 대한 사용 수명
비교예 C6	"칼콘 3164"	수도꼭지 장착 시스템*	m ³ 당 21 L 처리 (in ³ 당 9 gal 처리)
비교예 C7	"칼콘 3163"	냉장고 필터 (켄모어 어드밴스트(Kenmore Advanced) 부품 번호 T1RFKB1)	m ³ 당 26 L 처리 (in ³ 당 11 gal 처리)
비교예 C8	"피카 GX 203"/ "칼콘 3163" 블렌드	수도꼭지 장착식*	m ³ 당 35.5 L 처리 (in ³ 당 15 gal 처리)
비교예 C9	"피카 GX 203"	수도꼭지 장착식*	m ³ 당 18.9 L 처리 (in ³ 당 8 gal 처리)
실시예 5	"쿠라레이 PGW-100" 및 "쿠라레이 PGW- 20"	수도꼭지 장착 시스템*	m ³ 당 113.6 L 처리 (in ³ 당 48 gal 처리)

* 나타난 활성탄(들)을 이용하여 비교예 C1에 설명한 절차에 따라 제조함.

(1) VOC (휘발성 유기 화합물) 용량은 NSF 53 (음용수 처리 유닛 - 건강 효과)에 따라 측정된 것임.

CHCl₃ 대리 물질(surrogate)을 이용한 NSF 53 VOC 시험에 따른 VOC 수명은 시험수(test water) 중 약 300 ppb의 클로로포름을 이용하여 물 필터를 챌린징(challenging)하는 것을 포함한다. ANSI/NSF 표준 53에서 공식적으로 입수가능한 미국 국립 위생 재단(National Sanitation Foundation, NSF) 문서에 설명된 바와 같이, 15 ppb 미만의 유출 농도로 처리되는 물의 갠런에 의해 물 필터의 사용 수명을 측정한다. 표 3은, 본 발명의 카본으로 만든 카본 블록 물 필터의 (단위 부피당) VOC 처리 용량이 구매가능한 표준 활성탄으로 만든 물 필터의 상기 처리 용량보다 약 3배 내지 약 6배 더 크다는 것을 보여 준다.

실시예 6

하기 제형: 총 약 5000 g의 "쿠라레이 PGW-100" (30%), "PGW-20" (43%), "엔겔하르트 ATS" (7%), "티코나 GUR 2126" (10%) 및 "티코나 GUR 4150-3" (10%)을 사용한 것을 제외하고는 비교예 C3에 설명한 절차에 따라 실시예 6의 복합 카본 블록을 제조하였다. 128개의 블록을 제조하고, 8개의 대표적인 블록을 NSF 53 시험 방법에 따라 VOC 사용 수명에 대하여 시험하였다. 8개의 블록 모두는 189 L (50 gal)의 시험 용량까지 NSF 53 VOC 시험을 통과하였다. 189 L (50 gal)에서의 클로로포름의 유출 수준은 약 2.1 내지 약 2.8 ppb 범위였다. 이 시험은 265 L (70 gal)까지 계속하였으며, 제1 제형의 8개의 블록 모두는 VOC 시험을 통과하였고, 유출 값은 약 2.2 내지 약 2.6 ppb 범위였다. 추가의 블록을 시험하여 최대 사용 수명을 결정하였다. 이들 시험에서, 약 15 ppb의 유출물까지의 사용 수명은 약 454 L (120 갠런) 내지 약 606 L (160 갠런) 범위였다.

[0064] 비교예 C10

[0065] 하기 제형: (2개의 용기 내의) 총 10,000 g의 "피카 GX203" (7%), "피카 NC506" (55%), 엔겔하르트 ATS" (7%), "티코나 GUR 2126" (20%) 및 "티코나 GUR 4150-3" (11%)을 사용한 것을 제외하고는, 비교예 C3에 설명한 절차에 따라 비교예 C10의 복합 카본 블록을 제조하였다. 128개의 블록을 제조하고, 8개의 대표적인 블록을 NSF 53 시험 방법에 따라 VOC 사용 수명을 시험하였다. 8개의 블록 모두는 189 L (50 gal)의 시험 부피에서 VOC 시험을 통과하지 못하였다. 189 L (50 gal)에서의 유출 클로로포름 수준은, 약 15 ppb의 최대 허용 수준에 비해 약 16 내지 약 29 ppb 범위였다.

[0066] 표 4에 열거한 활성탄을 카본 블록에서의 VOC 처리 용량에 대하여 시험하였다.

표 4

활성탄	메시 크기	탭 밀도(Tapped density) (g/cc)
"쿠라레이 CG 80X325"	80X325	0.58
"칼콘 3163"	80X325	0.54
"피카 NC506"	80X325	0.51
"파코(PACCO) HMM"	80X325	0.60

[0067]

[0068] 하기의 일반 제형, 즉 표 5에 명시된 활성탄 (80%) 및 UHMW PE ("티코나" GUR 2126) (20%)를 실시예 7 및 8과 비교예 C11 및 C12에 대하여 생성되는 모든 복합 카본 블록에 사용한 것을 제외하고는 비교예 C1에서 설명한 절차를 따랐다.

[0069] 베이킹 후 압축을 이용하여 생성된 복합 카본 블록은 하기 치수를 나타냈다: OD = 3.8 cm (1.5 in), ID 1.3 cm (0.5 in) 및 길이 = 6.1 cm (2.4 in).

[0070] 복합 카본 블록의 처리 용량을 비교하기 위하여, 통과량 곡선을 적분하여 946 L (250 gal)에 걸쳐 제거된 총 CHCl₃을 개산하였다. 표 5에는 이들 복합 카본 블록에 대한 시험 데이터가 요약되어 있다.

표 5

	활성탄	946 L (250 gal) 시험에서 제거된 클로로포름 (g)		
		시험 1	시험 2	평균
실시예 7	"쿠라레이 CG 80X325"	0.22	0.24	0.23
실시예 8	"파코 HMM"	0.21	0.23	0.22
비교예 C11	"칼콘 3163"	0.13	-	0.13
비교예 C12	"피카 NC503"	0.15	-	0.15

[0071]

[0072] 밀도가 약 0.58 g/cc 이상인 2가지의 카본, "쿠라레이 CG 80X325" 및 "파코 HMM"은 최상의 성능을 나타냈다.

[0073] 실시예 9A - 9N 및 실시예 9P - 9R

[0074] 실시예 9A - 9N 및 실시예 9P - 9R은 하기 제형, "쿠라레이 PGW-20MD" (45.0%), 엔겔하르트 ATS (7.0%), "쿠라레이 PGW-100MD" (10.0%), "쿠라레이 PGW-100MP" (10.0%), "티코나 GUR 2126" (10.0%) 및 "티코나 GUR 4150-3" (18.0%)을 사용하여 제조한 64개의 카본 블록의 세트를 포함한다. 충전 스테이션은 공압식 단일 임팩터(미국 오하이오주 클리블랜드 소재의 클리블랜드 바이브레이터 컴퍼니(Cleveland Vibrator Co.)가 제조한 모델 1400-SI)를 갖춘 진동 테이블로 이루어진다. 임팩터는 매 3초마다 1회 변위의 주파수로 (분당 20회의 충격) 단일 임펄스를 전달하였다. 임팩터는 충격당 475 J/cm (350 ft-lb/cm)의 에너지를 전달하기 위하여 약 55 kPa (80 psig)의 압력으로 설정하였다.

표 6

공정 실험으로부터의 데이터

	공기 유동 저항		블록 질량 (g)	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차
실시예 9A	2.57	0.093	61.5	0.446
실시예 9B	2.17	0.095	60.3	0.459
실시예 9C	2.06	0.057	60.2	0.451
실시예 9D	2.15	0.091	60.5	0.512
실시예 9E	2.04	0.086	59.6	0.376
실시예 9F	2.21	0.081	59.3	0.383
실시예 9G	2.12	0.092	60.0	0.682
실시예 9H	1.99	0.082	59.1	0.473
실시예 9I	1.82	0.143	58.7	0.536
실시예 9J	1.76	0.063	58.7	0.440
실시예 9K	1.88	0.085	58.9	0.670
실시예 9L	1.96	0.080	59.1	1.013
실시예 9M	2.11	0.074	59.6	0.376
실시예 9N	1.88	0.134	58.3	0.592
실시예 9P	1.78	0.074	60.5	0.541
실시예 9Q	1.86	0.061	61.3	0.360
실시예 9R	1.82	0.059	60.1	0.475

비교예 C13

주형을 먼저 제형으로 상부까지 충전시키고 이어서 저 설정치 (3)의 진동 테이블에서 진동시키는 것을 제외하고는, 비교예 C1에 설명한 절차에 따라 비교예 C13을 제조하였다. 원통형 블록을 3개의 동일한 조각으로 절단하고, 각각의 조각을 칭량하고, 상부 부분(테이블로부터 가장 먼 부분)에 대한 하부 부분(테이블에 가장 가까운 부분)의 비를 계산함으로써 카본 블록을 분포 균일성에 대하여 시험하였다. 결과가 표 7에 열거되어 있다.

실시예 10

실시예 10을 실시예 1에 설명한 절차에 따라 제조하였고, 부분들을 비교예 C13에서와 같이 준비하였다. 결과가 표 7에 열거되어 있다.

표 7

	카본 블록 번호	60 mm 부분의 질량 (g)		
		상부	중간	하부
실시예 10	1	20.1	20.0	21.7
	2	21.2	22.0	22.4
	3	20.5	20.3	20.5
	4	20.9	20.8	20.8
	평균	20.6	20.8	21.3
		하부/상부 비 = $21.3/20.6 = 1.03$		
비교예 C13	1	19.5	18.7	20.0
	2	19.2	19.4	21.2
	3	19.5	19.5	21.5
	4	19.2	19.2	20.9
	평균	19.3	19.2	20.9
		하부/상부 비 = $20.9/19.3 = 1.08$		

하부/상부 비가 1.00에 가까워짐에 따라, 카본 블록의 길이를 따른 균일성이 향상된다.

본 명세서 전체에 걸쳐 "일 실시 형태", "조정 실시 형태" "하나 이상의 실시 형태" 또는 "실시 형태"에 대한 언급은, 실시 형태와 관련하여 기재된 특정한 특징, 구조, 재료 또는 특성이 본 발명의 적어도 하나의 실시 형태에 포함됨을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전체에 걸쳐 다양한 장소에서 "하나 이상의 실시 형태에서", "조정 실시 형태에서", "하나의 실시 형태에서", 또는 "실시 형태에서"와 같은 문구가 나타나는 것은 반드시 본 발명의 동일한 실시 형태를 말하고 있는 것은 아니다. 더욱이, 특정한 특징, 구조, 재료 또는 특성은 하나 이상의 실시 형태에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다.

[0083]

본 명세서에서 본 발명을 특정 실시 형태를 참조로 하여 설명하였지만, 이들 실시 형태는 본 발명의 원리 및 용도를 단지 예시하는 것임을 이해하여야 한다. 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고도 다양한 변경 및 변화가 본 발명의 방법 및 장치에 대하여 이루어질 수 있음이 당업자에게는 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구의 범위의 범주 내에 있는 변경 및 변화와 그 등가물을 포함하고자 하는 것이다.