



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0026934
(43) 공개일자 2010년03월10일

(51) Int. Cl.

B01J 21/08 (2006.01) B01J 21/06 (2006.01)

B01J 23/06 (2006.01) B01J 23/745 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0124023

(22) 출원일자 2008년12월08일

심사청구일자 2008년12월08일

(30) 우선권주장

12/202,059 2008년08월29일 미국(US)

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

이광렬

경기도 남양주시 퇴계원면 강남 아파트 103-603

(74) 대리인

김성기, 김진희

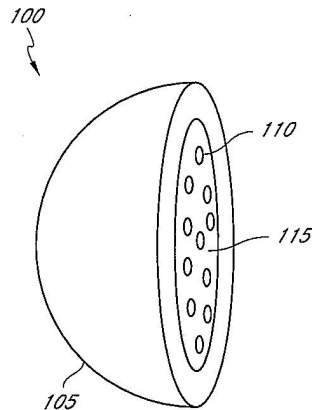
전체 청구항 수 : 총 45 항

(54) 수처리용의 광촉매 나노캡슐 및 섬유

(57) 요약

광촉매 나노캡슐 및 광촉매 섬유의 형성 시스템 및 방법이 개시되어 있다. 이들 방법은 적어도 하나의 나노기공을 포함하는 셸로 하나 이상의 광촉매 나노입자를 캡슐화하는 것을 포함할 수 있다. 이들 방법은 폴리카르보실란 용융물 중에 하나 이상의 광촉매 입자를 가지는 용액으로부터 광촉매 섬유를 형성하는 것을 추가로 포함할 수 있다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

하나 이상의 광촉매 나노입자;

적어도 부분적으로 이산화규소로 이루어지고, 상기 하나 이상의 광촉매 나노입자를 적어도 부분적으로 캡슐화하는 셸을 포함하며,

상기 셸은 적어도 하나의 나노기공을 포함하는, 광촉매 나노캡슐.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 광촉매 나노입자는 하나 이상의 이산화티탄 나노입자를 포함하는 광촉매 나노캡슐.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 하나 이상의 광촉매 나노입자는 ZnO, CdS, SrTiO₃, Fe₂O₃, V₂O₅, SnO₂, FeTiO₃, 또는 PbO 중 하나 이상을 포함하는 광촉매 나노캡슐.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 하나 이상의 광촉매 나노입자는 하나 이상의 도핑된 광촉매 나노입자인 광촉매 나노캡슐.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 셸은 유기물질이 적어도 하나의 나노기공을 통해 셸을 통과하여 진입하도록 구성되어진 광촉매 나노캡슐.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 셸은 친수성인 광촉매 나노캡슐.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 셸에 의해 적어도 부분적으로 캡슐화된 2 이상의 광촉매 나노입자를 포함하는 광촉매 나노캡슐.

청구항 8

제1항 또는 제2항의 광촉매 나노캡슐을 2 이상 포함하는 광촉매.

청구항 9

유기물질을 포함하는 물질을 제1항 또는 제2항의 복수의 광촉매 나노캡슐과 접촉시키는 것을 포함하는 살균 또는 세정 방법으로,

상기 광촉매 나노캡슐은 상기 하나 이상의 광촉매 나노입자와 접촉하거나 또는 이와 아주 근접한 유기물질을 분해하는, 살균 또는 세정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 물질이 물을 포함하는 살균 또는 세정 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 복수의 광촉매 나노캡슐을 빛에 노출시키는 것을 추가로 포함하는 살균 또는 세정 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 빛은 가시광선을 포함하는 살균 또는 세정 방법.

청구항 13

하나 이상의 광촉매 나노입자; 및

상기 하나 이상의 광촉매 나노입자를 적어도 부분적으로 둘러싸는 실리카를 포함하는 섬유를 포함하는 광촉매 섬유.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 하나 이상의 광촉매 나노입자는 하나 이상의 나노막대를 포함하는 섬유.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 나노입자는 이산화티탄을 포함하는 섬유.

청구항 16

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 나노입자는 유기질인 섬유.

청구항 17

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 나노입자는 수용성인 섬유.

청구항 18

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 하나 이상의 광촉매 나노입자는 계면활성제를 포함하고, 상기 계면활성제는 나노입자를 적어도 부분적으로 피복하는 섬유.

청구항 19

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 섬유는 나노섬유인 섬유.

청구항 20

제13항 또는 제14항의 적어도 하나의 광촉매 섬유; 및

적어도 하나의 비-광촉매 섬유

를 포함하는 복수의 섬유.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 적어도 하나의 비-광촉매 섬유는 면을 포함하는 복수의 섬유.

청구항 22

제20항에 있어서, 상기 적어도 하나의 광촉매 섬유는 이산화티탄 나노입자를 포함하는 복수의 섬유.

청구항 23

제20항의 복수의 섬유를 포함하는 필터.

청구항 24

하나 이상의 광촉매 나노입자를 포함하는 하나 이상의 광촉매 섬유를 포함하는 필터를 여과용 유체와 접촉시키는 것을 포함하고, 상기 유체는 필터를 횡단하여 하나 이상의 광촉매 나노입자와 접촉하며,

상기 유체 중의 하나 이상의 오염물 입자는 하나 이상의 광촉매 나노입자에 의해 산화되는, 여과 방법.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 유체는 물을 포함하는 방법.

청구항 26

제24항 또는 제25항에 있어서, 상기 유체는 공기를 포함하는 방법.

청구항 27

이산화규소 셀에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸인 하나 이상의 광촉매 나노입자를 가지는 광촉매 나노캡슐을 에멀션법을 이용하여 형성하는 것을 포함하는, 광촉매 나노캡슐의 제조 방법.

청구항 28

제27항에 있어서, 광촉매 나노캡슐을 공기로 퍼징하여 유기 함유물을 제거하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 29

제27항 또는 제28항에 있어서, 염기성 완충 용액에서 에칭하여 광촉매 나노캡슐의 나노기공을 확대하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 30

제27항 또는 제28항에 있어서, 광촉매 나노입자를 형성하는 것을 추가로 포함하고, 상기 나노입자를 형성하는 것은 용액 중의 알콕시드를 가수분해하는 것을 포함하는 방법.

청구항 31

제30항에 있어서, 상기 광촉매 나노입자는 비-광촉매 금속 산화물 또는 금속 황화물의 존재 하에 형성되는 방법.

청구항 32

제27항 또는 제28항에 있어서, 상기 광촉매 나노입자는 하나 이상의 이산화티탄 나노입자를 포함하는 방법.

청구항 33

제27항 또는 제28항에 있어서,

각각이 하나 이상의 광촉매 나노입자와 이 광촉매 나노입자를 둘러싸는 이산화규소 셀을 포함하는 복수의 광촉매 나노캡슐을 에멀션법을 이용하여 형성하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 34

폴리카르보실란 용융물 중에 하나 이상의 광촉매 나노입자를 분산시키는 것; 및

폴리카르보실란 용융물에 분산된 광촉매 나노입자를 포함하는 용액으로부터 적어도 하나의 광촉매 섬유를 형성하는 것을 포함하는, 광촉매 섬유의 형성 방법.

청구항 35

제34항에 있어서, 상기 용액으로부터 광촉매 섬유를 형성하는 것은 용융 방사 공정을 포함하는 방법.

청구항 36

제34항 또는 제35항에 있어서, 상기 섬유는 나노섬유인 방법.

청구항 37

제34항 또는 제35항에 있어서, 상기 나노입자는 나노막대인 방법.

청구항 38

제34항 또는 제35항에 있어서, 상기 광촉매 나노입자는 적어도 부분적으로 이산화티탄 나노입자로 이루어지는 방법.

청구항 39

제34항 또는 제35항에 있어서, 상기 광촉매 나노입자는 유기질인 방법.

청구항 40

제34항 또는 제35항에 있어서, 상기 광촉매 나노입자는 수용성인 방법.

청구항 41

제34항 또는 제35항에 있어서, 상기 나노입자는 계면활성제 피막을 포함하는 방법.

청구항 42

폴리카르보실란 용융물에 하나 이상의 광촉매 나노입자를 분산시키는 것;

폴리카르보실란 용융물에 분산된 하나 이상의 광촉매 나노입자를 포함하는 용액으로부터 하나 이상의 광촉매 섬유를 형성하는 것; 및

하나 이상의 광촉매 섬유를 하나 이상의 비-광촉매 섬유와 다발화하는 것을 포함하는, 광촉매 필터의 형성 방법.

청구항 43

제42항에 있어서, 상기 하나 이상 광촉매 나노입자는 하나 이상의 이산화티탄 나노입자를 포함하는 방법.

청구항 44

제42항 또는 제43항에 있어서, 상기 하나 이상의 비-광촉매 섬유는 면을 포함하는 방법.

청구항 45

제42항 또는 제43항에 있어서, 상기 다발화는 섬유를 섞어짜거나(interweave) 또는 엮어짜는(intertwine) 것을 포함하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 수처리용의 광촉매 나노캡슐 및 섬유에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 수질 및 대기 오염은 근대 세계에서 그 문제성이 계속 커지고 있다. 산업, 예를 들면 섬유 산업, 화학 산업, 의약 산업, 펄프 및 제지 산업과, 식품 가공 공장에서 생성되는 독성 오염원의 수는 계속 증가하고 있다. 이들 독성 오염원의 대부분은 2가지 주요한 물리적 상태의 유체, 즉 물과 공기로 방출된다. 수계 및 대기계 오염원 생성 범위는 전세계적으로 증가하고 있기 때문에, 이들 방출된 오염원이 환경에 미치는 위험 또한 증가하고 있다. 또한, 환경 규제기준은 이들 방출된 유체 스트림이 차츰 더 적은 오염원을 함유할 것을 요구하고 있다. 실제로, 어떤 시기에는 허용가능한 선택사항이었던 일부 처리 방법은, 주정부 및 연방정부 차원에서 새로운 환경 규제기준이 실시됨에 따라 더 낮은 처리 기준이 요구되기 때문에, 현재는 사용하지 못하게 되었다.

[0003] 각종 폐수 정제법이 개발되어 왔다. 오염물을 제거하는 일부 기법은, 그 자체가 유해할 수 있는 강력한 산화제의 사용을 포함한다. 다른 기법은 유체로부터 오염물을 제거하지만, 이후 그 오염물을 대기로 방출하거나 또는 오염 배출물을 형성하여, 이를 처리해야만 한다.

발명의 내용

[0004] 일부 양태에서, 하나 이상의 광촉매 나노입자를 포함할 수 있는 광촉매 나노캡슐이 있을 수 있다. 광촉매 나노캡슐은 적어도 부분적으로 이산화규소로 이루어진 셸을 추가로 포함할 수 있다. 셸은 하나 이상의 광촉매 나노

입자를 적어도 부분적으로 캡슐화하며, 적어도 하나의 나노기공을 포함할 수 있다. 하나 이상의 광촉매 나노입자는, 예를 들어 하나 이상의 이산화티탄 나노입자를 포함할 수 있다. 하나 이상의 광촉매 나노입자는, 예를 들어 ZnO, CdS, SrTiO₃, Fe₂O₃, V₂O₅, SnO₂, FeTiO₃, PbO, 다른 광촉매 재료, 및 이의 조합 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 하나 이상의 광촉매 나노입자는 하나 이상의 도핑된 광촉매 나노입자일 수 있다. 유기물질이 적어도 하나의 나노기공을 통해 셀을 통과해 진입할 수 있도록 셀을 구성할 수 있다. 셀은 예컨대 친수성일 수 있다.

[0005] 다른 양태에서, 예를 들어 유기물질을 포함하는 물질을 상기 개시한 복수의 광촉매 나노캡슐과 접촉시키는 것을 포함할 수 있는 살균 방법 또는 세정 방법이 있을 수 있다. 광촉매 나노캡슐은 유기물질을 분해할 수 있다. 상기 물질은 물을 포함할 수 있다. 이들 방법은 복수의 광촉매 나노캡슐을 빛에 노출시키는 것을 추가로 포함할 수 있다. 빛은 예컨대 가시광선을 포함할 수 있다.

[0006] 다른 양태에서, 하나 이상의 광촉매 나노입자를 포함할 수 있는 광촉매 섬유가 있을 수 있다. 광촉매 섬유는 예컨대 실리카를 포함하는 섬유를 추가로 포함할 수 있다. 실리카는 하나 이상의 광촉매 나노입자를 적어도 부분적으로 둘러쌀 수 있다. 광촉매 나노입자는 하나 이상의 나노막대(nanorod)의 형태로 존재하거나 또는 이를 포함할 수 있다. 광촉매 나노입자는 예컨대 이산화티탄을 포함할 수 있다. 나노입자는 ZnO, CdS, SrTiO₃, Fe₂O₃, V₂O₅, SnO₂, FeTiO₃, PbO, 다른 광촉매 재료, 및 이의 조합 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 나노입자는 유기질일 수 있다. 나노입자는 수용성일 수 있다. 광촉매 나노입자는 계면활성제를 포함할 수 있다. 계면활성제는 나노입자를 적어도 부분적으로 피복할 수 있다. 섬유는 나노섬유일 수 있다.

[0007] 다른 양태에서, 상기 개시된 적어도 하나의 광촉매 섬유를 포함할 수 있는 복수의 섬유가 있을 수 있다. 복수의 섬유는 적어도 하나의 비-광촉매 섬유를 추가로 포함할 수 있다. 비-광촉매 섬유는 예컨대 면을 포함할 수 있다. 광촉매 섬유는 예컨대 이산화티탄 나노입자를 포함할 수 있다. 광촉매 섬유는 ZnO, CdS, SrTiO₃, Fe₂O₃, V₂O₅, SnO₂, FeTiO₃, PbO, 다른 광촉매 재료, 및 이의 조합 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 다른 양태에서, 상기 및 본 개시의 그 밖의 부분에서 개시한 복수의 섬유를 포함하는 필터가 있을 수 있다. 복수의 섬유는 섬유 다발이거나 또는 이를 포함할 수 있다.

[0008] 다른 양태에서, 하나 이상의 광촉매 나노입자를 포함하는 하나 이상의 광촉매 섬유를 포함하는 필터를 여과용 유체와 접촉시키는 것을 포함할 수 있는 여과 방법이 있을 수 있다. 유체는 필터를 횡단 또는 통과하여 하나 이상의 광촉매 나노입자와 접촉할 수 있다. 유체 중의 오염물 입자를 하나 이상의 광촉매 나노입자로 산화시킬 수 있다. 유체는 예를 들어 물, 공기 및/또는 임의의 다른 액체나 기체를 포함할 수 있다.

[0009] 다른 양태에서, 광촉매 나노캡슐의 제조 방법이 있을 수 있다. 이들 방법은, 예를 들어, 에멀션법을 사용하여 광촉매 나노캡슐을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 광촉매 나노캡슐은 이산화규소 셸로 적어도 부분적으로 둘러싸인 하나 이상의 광촉매 나노입자를 가질 수 있다. 이들 방법은 공기로 광촉매 나노캡슐을 피징하여 유기 함유물을 제거하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 이들 방법은 염기성 완충 용액에서 에칭하여 광촉매 나노캡슐의 하나 이상의 나노기공을 확대하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 이들 방법은 용액 중의 알콕시드를 가수분해하여 광촉매 나노입자를 형성하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 광촉매 나노입자는 비-광촉매 금속 산화물 또는 금속 황화물의 존재 하에 형성될 수 있다. 광촉매 나노입자는 하나 이상의 이산화티탄 나노입자를 포함할 수 있다. 이들 방법은 에멀션법을 사용하여 복수의 광촉매 나노캡슐을 형성하는 것을 추가로 포함할 수 있는데, 여기서 각각의 광촉매 나노캡슐은 하나 이상의 광촉매 나노입자와 이 광촉매 나노입자를 둘러싼 이산화규소 셸을 포함할 수 있다.

[0010] 다른 양태에서, 광촉매 섬유를 형성하는 방법이 있을 수 있다. 이들 방법은, 예를 들어, 하나 이상의 광촉매 나노입자를 폴리카르보실란 용융물에 분산시키는 것을 포함할 수 있다. 이들 방법은 폴리카르보실란 용융물 중에 광촉매 나노입자를 포함하는 용액으로부터 적어도 하나의 광촉매 섬유를 형성하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 용액으로부터의 광촉매 섬유 형성은 용융 방사 공정을 포함할 수 있다. 섬유는 예컨대 나노섬유일 수 있다. 나노입자는 예컨대 나노막대 형태일 수 있다. 광촉매 나노입자는 적어도 부분적으로 이산화티탄 나노입자로 이루어질 수 있다. 광촉매 나노입자는 적어도 부분적으로, ZnO, CdS, SrTiO₃, Fe₂O₃, V₂O₅, SnO₂, FeTiO₃, PbO, 다른 광촉매 재료, 및 이의 조합 중 하나 이상으로 이루어질 수 있다. 광촉매 나노입자는 유기질일 수 있다. 광촉매 나노입자는 수용성일 수 있다. 나노입자는 계면활성제 피막을 포함할 수 있다.

[0011] 다른 양태에서, 광촉매 필터 형성 방법이 있을 수 있다. 이들 방법은, 예를 들어, 하나 이상의 광촉매 나노입자를 폴리카르보실란 용융물에 분산시키는 것을 포함할 수 있다. 이들 방법은 폴리카르보실란 용융물 중에 하나

이상의 광촉매 나노입자를 포함하는 용액으로부터 하나 이상의 광촉매 섬유를 형성하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 이들 방법은 하나 이상의 광촉매 섬유를 하나 이상의 비-광촉매 섬유와 다발화하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 광촉매 나노입자는 하나 이상의 이산화티탄 나노입자를 포함할 수 있다. 광촉매 나노입자는 ZnO, CdS, SrTiO₃, Fe₂O₃, V₂O₅, SnO₂, FeTiO₃, PbO, 다른 광촉매 재료, 및 이의 조합 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 비-광촉매 섬유는 면을 포함할 수 있다. 다발화는, 예를 들어 섬유를 섞어짜거나(interweave) 또는 엮어짜는(intertwine) 것을 포함할 수 있다.

[0012] 상술한 내용은 본 개시의 요약이기 때문에, 필요에 따라, 상세 설명의 단순화, 일반화 및 생략을 포함하며, 결과적으로, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 지닌 자는 이 요약이 단지 예시적인 것이며, 어떠한 제한을 두는 방식으로 의도된 것이 아님을 이해할 것이다. 본 개시에 설명된 장치들 및/또는 공정들 및/또는 대상들의 다른 양태, 특징 및 이점들은 본 개시의 교시로부터 명백해질 것이다. 이러한 요약은 아래의 상세한 설명에서 보다 자세히 설명되는 선택된 개념들을 간략화된 형태로 도입하기 위해 제공된다. 이러한 요약은 청구대상의 주요 특징들 또는 필수 특징들을 식별하는 것으로 의도된 것이 아니며, 또한 청구대상의 범위를 결정하는데 이용되는 것으로 의도되지 않는다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0013] 본 개시의 상술한 특징 및 다른 특징들은 첨부된 도면과 함께 제공된 아래의 설명 및 첨부된 청구항으로부터 보다 명백해질 것이다. 도면이 본 개시에 따른 몇몇의 구현예들만을 나타내며, 본 개시의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않는다는 이해 하에서, 첨부된 도면을 이용하여 부가적인 세부사항 및 세부설명으로 본 개시를 설명한다.

[0014] 아래의 상세한 설명에서, 본 개시의 일부를 구성하는 첨부 도면이 참조된다. 첨부 도면에서, 문맥에서 다르게 기술하지 않는 한, 유사한 부호는 대체적으로 유사한 요소를 나타낸다. 아래의 상세한 설명, 도면, 및 청구항에 설명된 예시적인 실시형태들은 한정하기 위한 것이 아니다. 본 개시에 제시된 대상의 사상이나 범위를 벗어남이 없이 다른 구현예들이 구현될 수도 있고, 다른 변경들이 이루어질 수도 있다. 여기에 일반적으로 설명되고 첨부 도면에 도시된 바와 같이, 본 개시의 양태는, 명백하게 본 개시의 일부를 구성하고 형성하는 것들인, 다양한 다른 구성들로 배치되고, 대체되며, 결합되고, 설계될 수 있음을 쉽게 이해할 수 있을 것이다

[0015] 본 개시내용의 양태들은, 특히 광촉매 나노재료 및 시스템을 포함하는 촉매 재료와, 이의 제조 및 사용 방법에 관한 것이다. 광촉매 재료 및 시스템은 광촉매 나노입자를 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 상기 재료, 시스템 및 방법은 더욱 효과적이고 경제적인 유체 정제 방법을 제공할 수 있다. 일부 양태에서, 상기 재료, 시스템 및 방법은, 예를 들어, 유체로부터 효과적이고 편리하게 오염물을 여과하는 것에 관한 것이다. 오염물이라는 용어는, 대기, 물 또는 토양을 특정 용도 또는 소비에 부적합하게 만드는 물질뿐만 아니라 그렇지 않더라도 피하고 싶은 물질(예, 화학적 또는 생물학적 폐기물)을 비롯하여, 대기, 물 또는 토양에 불리한 영향을 미치는 임의의 물리적, 화학적, 생물학적, 또는 방사선학적 물질 또는 물(物)(이하, '물질'이라 칭한다)을 광범위하게 포함할 수 있다. 오염물이란 또한, 그 물질이 반드시 대기, 물, 토양 등에 불리한 영향을 미치지 않을 수 있더라도, 단순히 원하지 않거나 또는 어떤 이유로 제거되기를 원하는 기타 물질을 의미하는 것일 수 있다.

[0016] 일부 양태의 예에서, 적어도 하나의 광촉매 나노입자는, 예를 들어 셀(예, 이산화규소)에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸일 수 있다. 오염물은 셀의 외부부를 통해 진입하여 셀 내에서 "포집될(trapped)" 수 있다. 오염물은, 예를 들어 셀 내의 기공에서 포집될 수 있다. 그 다음 나노입자는 오염물과 접촉하고, 예를 들어 광촉매로서 작용하여 오염물을 분해 또는 붕괴(이하, '분해'로 한다)할 수 있다. 일부 구현예에서, 섬유는 하나 이상의 광촉매 나노입자와, 이 광촉매 나노입자를 적어도 부분적으로 둘러싸는 흡착제(예, 실리카)를 포함할 수 있다. 따라서, 유체 분자는 섬유 상에 수집되거나 또는 섬유와 접촉하고, 광촉매 나노입자와 접촉할 수 있다. 이어서 광촉매 나노입자는, 예를 들어 상기 개시된 광촉매 활성화에 기초하여 오염물을 분해할 수 있다.

[0017] 도 1a 내지 1d는 오염물을 적어도 부분적으로 분해하는 하나 이상의 광촉매 나노입자를 포함하는 각종 예시적인 광촉매 나노캡슐의 단면도를 도시한다. 나노캡슐(100)은 셀(105), 하나 이상의 나노입자(110), 공동(115), 광촉매 나노입자층(120)(도 1c) 및 오염물(125)을 포함할 수 있다. 셀(105)은 (예컨대, 유체, 액체, 기체, 공기, 물, 특정 오염물 및/또는 유기물질에 대해) 반투과성 또는 투과성일 수 있다. 셀(105)은 비기공성, 반다공성 또는 다공성일 수 있다. 다공성 셀의 제법은 당업계에 공지되어 있다. 예를 들어, 참조에 의해 그 전문이 본 개시에 포함되는 문헌[Accounts of Chemical Research Vol. 35, No. 11, 2002] 참조. 일부 구현예에서, 셀은 구멍 또는 개구를 실질적으로 포함하지 않아, 셀이 완전한 인클로저(enclosure)를 형성할 수 있다. 다른 구현예에서,

셀은 적어도 하나의 구멍 또는 개구를 포함하고, 선택적으로 복수의 개구를 포함할 수 있다. 셀(105)은 하나 이상의 다결정 재료를 포함할 수 있다. 셀은 흡착제 또는 적어도 부분적으로 흡착제일 수 있다. 셀(105)은 금속 산화물 및/또는 규소(예, 이산화규소)를 포함할 수 있다. 일부 양태에서 재료는 빛이 나노캡슐(100) 내의 광촉매 나노입자와 접촉하게 할 수 있다. 셀은 친수성, 양친매성 또는 소수성일 수 있다. 예를 들어, 셀은 비제한적인 예로서 구형 또는 타원형 형상과 같은 임의의 적당한 형상일 수 있다. 비제한적인 예로서 불규칙 형상 또는 부분적으로 또는 불충분하게 성형되거나 기하학적으로 성형된 형상을 포함하는 기타 형상도 고려된다.

[0018] 셀은 직경, 단면 폭 또는 길이가, 예를 들어 1 nm~10 nm 범위, 10 nm~50 nm 범위, 50 nm~100 nm 범위, 100 nm~1 μ m 범위, 1 μ m~100 μ m 범위, 100 μ m~1 mm 범위, 또는 1 mm~10 mm 범위일 수 있다. 셀은 직경, 단면 폭 또는 길이가, 예를 들어 약 1 nm~10 mm일 수 있다. 일부 구현예에서, 셀(105)의 길이, 폭 및 높이는 서로 대략 동일할 수 있고(예컨대, 셀이 구형인 경우), 반면에 다른 구현예에서는 서로 동일하지 않다(예컨대, 셀이 타원형인 경우). 일부 구현예에서, 셀(105)은 폭 또는 높이보다 길이가 길 수 있다. 예를 들어, 셀(105)은 그 길이가 폭 및/또는 높이의 적어도 약 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.8, 2, 2.5, 3, 5, 10, 15 또는 20 배이거나, 약 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.8, 2, 2.5, 3, 5, 10, 15 또는 20 배 미만이거나, 또는 약 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.8, 2, 2.5, 3, 5, 10, 15 또는 20 배 미만일 수 있다. 셀의 벽은 예를 들어 약 0.1 nm, 0.5 nm, 1 nm, 5 nm, 10 nm, 50 nm, 100 nm, 500 nm, 1 μ m, 5 μ m 초과와 두께, 약 0.1 nm, 0.5 nm, 1 nm, 5 nm, 10 nm, 50 nm, 100 nm, 500 nm, 1 μ m, 5 μ m 두께 또는 약 0.1 nm, 0.5 nm, 1 nm, 5 nm, 10 nm, 50 nm, 100 nm, 500 nm, 1 μ m, 5 μ m 미만의 두께 일 수 있다.

[0019] 일부 구현예에서, 셀(105)은 (예컨대 개구 또는 간극을 가지는 인클로저를 형성하여) 하나 이상의 광촉매 나노입자(110)를 부분적으로만 둘러쌀 수 있다. 일부 구현예에서, 부분적으로 둘러싼다는 것은, 셀(105)의 개구 또는 간극이 셀 표면적의 약 0.001%~1%, 1%~5%, 5%~10%, 10%~20% 또는 20~50%를 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 다른 구현예에서, 셀(105)은 개구 또는 간극 없이 하나 이상의 광촉매 나노입자를 완전히 둘러쌀 수 있다. 본 개시에서 사용된 바와 같은 용어 "나노입자"는 하나, 하나 초과 또는 모든 치수가 약 1000, 500, 300, 100, 50, 30, 10, 5, 3, 또는 1 nm 미만 길이인 입자를 의미한다. 일부 예에서, 나노입자의 모든 치수는 약 1000, 500, 300, 100, 50, 30, 10, 5, 3, 또는 1 nm 미만 길이일 수 있다. 나노입자는, 예를 들어 나노구, 나노막대, 나노섬유, 나노큐브 등을 포함할 수 있다.

[0020] 광촉매 나노입자(110)는 적어도 부분적으로 오염물을 분해하도록 구성될 수 있다. 일부 예에서, 광촉매 나노입자(110)는 적어도 부분적으로 광촉매로 이루어지거나 또는 광촉매 재료를 포함할 수 있다. 광촉매 나노입자(110)는 수용성 재료 및/또는 유기 재료를 포함할 수 있고/있거나, 광촉매 나노입자(110)는 수용성 및/또는 유기질일 수 있다. 광촉매 나노입자는 금속 산화물을 포함할 수 있다. 광촉매 나노입자(110)는 TiO_2 , ZnO, CdS, SrTiO_3 , Fe_2O_3 , V_2O_5 , SnO_2 , FeTiO_3 , PbO, 이의 조합 등 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 광촉매 나노입자는 이산화티탄(TiO_2) 나노입자를 포함할 수 있다. 광촉매 나노입자 재료를, 예를 들어 광촉매 나노입자가 특정 빛 에너지 스펙트럼에 반응하도록 도핑시킬 수 있다. 예를 들어, 보통 자외선(UV)에 반응하는 TiO_2 를 적당한 도핑에 의해 가시광선에 반응하게 할 수 있다. 광촉매 나노입자는 비제한적인 예로서 계면활성제(예, 표면 개질) 피막과 같은 피막을 포함할 수 있다. 그러한 계면활성제 및 기타 피막의 예는 지방족 (COOH-함유) 산을 포함한다. 셀 형성 이전의 광촉매 나노입자 피막은, 피막이 없는 것보다 셀을 더 크게 만든다. 또, 셀이 커지면 (피막이 제거된 후) 광촉매 나노입자가 셀 내부에서 자유롭게 이동하게 되고, 또한 셀로 진입한 오염물과 나노입자간의 접촉 표면적이 증가하게 된다.

[0021] 일부 예에서, 도 1a에 도시된 것과 같이, 광촉매 나노입자(110)는 셀(105)에 부착, 연결 또는 고정되어 있지 않다. 도 1b는 광촉매 나노입자(110) 중 적어도 하나가 예컨대 실리카와 나노입자 사이의 인력에 의해 셀(105)(예컨대, 셀의 내면)에 부착, 연결 또는 고정되어 있는 구현예의 일례를 도시한다.

[0022] 일부 구현예에서, 광촉매 나노입자(110)는 도 1c에 도시된 바와 같이 광촉매 나노입자층(120)에 포함될 수 있다. 광촉매 나노입자층은 실질적으로 완전히 나노입자로 이루어질 수 있거나, 또는 추가의 성분 및/또는 재료를 포함할 수 있다. 광촉매 나노입자층(120)은 셀(105)의 적어도 일부분 상에 (예컨대, 셀의 내면의 적어도 일부분 상에) 부착, 연결, 유인, 결합 및/또는 배치될 수 있다. 광촉매 나노입자층(120)은 셀(105)과 유사한(예컨대, 만곡형) 또는 상이한(예, 편평형) 형상을 포함할 수 있다.

[0023] 셀(105)은, -예를 들어- 공기 또는 물을 포함할 수 있는 적어도 하나의 공동(115), 기공 또는 공간을 적어도 부분적으로 둘러쌀 수 있다. 공동(115)은 고정 또는 가변 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 광촉매 나노입자(11

0)가 (도 1b 및 1c에서와 같이) 셀(105)에 부착된 경우, 공동(115)은, 예컨대 광촉매 나노입자(110) (및 -일부 구현예에서- 셀(105))의 경계에 의해 한정되는 고정 형상을 가질 수 있다. 또 다른 예에서, 광촉매 나노입자(110)가 (도 1a에서와 같이) 셀(105)에 부착되어 있지 않은 경우, 공동(115)의 형상은 광촉매 나노입자(110)가 셀 내에서 이동함에 따라 변할 수 있다.

[0024] 도 1d에 도시된 바와 같이, 일부 예에서, 오염물(125)이 (예컨대 투과성 셀(105)을 통해) 나노캡슐(100)로 진입할 수 있다. 오염물(125)은, 예를 들어 무기질 또는 유기물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 오염물은 아세트알데히드, 포름알데히드, 톨루엔, 프로판알, 부텐, 아세트알데히드 등 중 1종 이상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0025] 오염물(125)의 나노캡슐(100)로의 진입 여부는, 오염물(125)이 (예컨대, 총 부피 또는 특정 치수에 있어서) 공동보다 작은지 여부, 셀(105)이 오염물(125) 내의 하나 이상의 재료에 대해 투과성인지 여부 및/또는 오염물(125)이 셀(105)의 기공보다 (예컨대, 적어도 하나의 치수에 있어서) 작은지 여부와 같은 인자에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 선택 분자가 나노캡슐(100)로 진입할 수 있도록 나노캡슐(100)의 하나 이상의 치수 및/또는 셀(105)의 투과 특성을 선택할 수 있다. 일부 구현예에서, 나노캡슐의 하나 이상의 치수는, 오염물(125)의 예상 크기 또는 알려진 크기를 기초로 선택할 수 있다. 예를 들어, 나노캡슐의 폭은 오염물의 진입이 가능할 정도로 크지만 셀의 반대면에 부착된 광촉매 나노입자(110)가 오염물과 접촉할 수 있도록 작을 수 있다.

[0026] 하나 이상의 광촉매 나노입자(110)의 위치가 셀(105)에 대해 고정되지 않은 경우에 있어서 오염물(125)은 오염물 공간을 확보하기 위해서 나노캡슐(100)로 진입시 셀 내의 광촉매 나노입자(110)를 변위(예, 위치 재배열)시킬 수 있다. 오염물(125)은 또한 공동(115)을 이미 차지하고 있는 유체(예, 공기 또는 물)를 변위시킬 수 있다.

[0027] 오염물(125)은 나노캡슐(100)로 진입시 하나 이상의 광촉매 나노입자와 접촉하거나 또는 아주 근접할 수 있다. 오염물과 광촉매 나노입자 사이의 접촉 또는 근접은, 오염물이 광촉매 과정에서 생성된 고 농도의 라디칼(예, OH-) 환경에 있도록 하기 위해서 중요하다. 광촉매 나노입자(110)에 빛을 비추면, 광촉매 나노입자(110)가 광자를 흡수하여, 전자가 가전자대에서 전도대로 승위되고, 따라서 가전자대에 정공이 생성되고 전도대에 전자가 부가된다. 특정 이론에 한정하고자 하는 것은 아니지만, 승위된 전자는 산소와 반응하고, 가전자대에 남은 정공은 물과 반응하여, 반응성 라디칼, 예컨대 히드록실 라디칼을 형성할 수 있다. 따라서, 광촉매 나노입자(110)와 빛의 상호작용에 의해 생성된 라디칼은 오염물을 물, 이산화탄소 및/또는 다른 물질로 산화시킬 수 있다. 광촉매 입자는 또한 상이한 메커니즘에 의해 작용하거나 또는 기능하는 임의의 다른 광촉매 입자를 포함할 수 있다.

[0028] 일부 구현예에서, 광촉매 나노입자(110)는 (예컨대 도 1b 및 1c에 도시된 구현예와 비교하여 도 1a에 도시된 바와 같이) 셀(105)에 대해 적어도 부분적으로 이동성인 것이 바람직할 수 있다. 이들 예에서, 광촉매 나노입자는 셀 내에서 자유롭게 이동하도록 구성될 수 있는데, 다시 말하면, 예를 들어 다른 광촉매 나노입자에 의해 방해받거나 또는 정지하지 않고 특징적인 치수와 유사하거나 또는 더 긴 거리를 이동할 수 있다. 따라서, 오염물(125)이 나노캡슐 내에 존재하는 경우, 광촉매 나노입자는 캡슐 (또는 섬유(들))의 횡단 과정, 예를 들어 경유 또는 통과 과정에서 오염물(125)과 접촉하거나 아주 근접하게 될 수 있다. 광촉매 나노입자가 오염물(125)을 분해하여 오염물(125)의 크기가 감소하기 시작하면, 광촉매 나노입자는 셀을 횡단하는 동안 오염물(125)과 계속 접촉하거나 또는 아주 근접하게 될 수 있다. 따라서, 고정 나노입자와 비교한 광촉매 나노입자(110)의 상대적 이동 자유도는, 특히 오염물의 크기가 감소함에 따라, 오염물(125)과 접촉할 수 있는 광촉매 나노입자(110)의 수 (및/또는 광촉매 접촉수)를 증가시킬 수 있다.

[0029] 또한, 나노캡슐(100)은 특히 광촉매 나노입자(110)가 적어도 부분적으로 이동가능하도록 구성된 경우에 다양한 크기의 오염물(125)을 효과적으로 분해할 수 있다. 광촉매 나노입자가 이동할 수 있는 경우, 이들 나노입자는 특히, 예컨대 더욱 소형인 오염물의 다양한 표면과 접촉하게 된다.

[0030] 일부 구현예에서, 나노캡슐(100)의 크기는 하나의 나노캡슐이 분해하고자 하는 오염물 단일체(예, 분자)의 수 및/또는 오염물 단일체의 크기를 기초로 구성되어질 수 있다. 도 2a는 하나의 오염물(125)이 나노캡슐 내부에 맞을 수 있는 예를 도시한다. 도 2b는 두개의 오염물(125)이 나노캡슐 내부에 맞을 수 있는 예를 도시한다. 도 2a 및 도 2b는 단지 예시용이며, 특히 오염물의 수, 나노입자의 수, 상대적 크기 또는 간격, 또는 캡슐내 재료의 위치에 대하여, 제한하려는 것으로 생각해서는 안된다. 일부 예에서, 나노캡슐은 더욱 많은 수의 오염물을 비롯한 2 초과 의 오염물을 수용할 수 있다는 것을 유념해야 한다. 수용할 수 있는 수는 나노캡슐의 크기 및/또는 오염물의 크기에 따라 달라질 수 있다.

[0031] 하나 이상의 나노캡슐(100)을 사용하여, 예를 들어 물질을 세정 또는 살균할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의

나노캡슐(100)을 물질(예, 물, 공기, 생물학적 폐기물, 유기 폐기물 등)과 접촉시킬 수 있다. 물질은 오염물(125)을 함유 또는 포함할 수 있다. 물질 중 오염물(125)은 나노캡슐(100)로 진입하여, 오염물을 적어도 부분적으로 분해할 수 있는 광촉매 나노입자(110)와 접촉할 수 있다.

[0032] 촉매 활성을 촉진하기 위해서, 자연(태양)광 또는 UV 램프의 빛과 같은 인공광에 광촉매 나노캡슐을 노출시킴으로써 (예컨대 물질이 하나 이상의 나노캡슐(100)과 접촉하고 있을 때) 빛(예, 자외선 또는 가시광선)을 나노캡슐에 가할 수 있다.

[0033] 도 3은 하나 이상의 광촉매 나노입자를 포함하는 광촉매 나노캡슐의 예시적인 제조 방법(300)을 도시한다. 단계(305)에서는, 하나 이상의 광촉매 나노입자를 형성 또는 제공한다. 광촉매 나노입자는 비제한적인 예로서 티탄 또는 이산화티탄 나노입자와 같은 본 개시에 개시된 광촉매 나노입자를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 광촉매 나노입자를 형성하는 것은 용액 중의 알콕시드를 가수분해하는 것을 포함할 수 있다. 수용액 중의 염화물이 또 다른 예이다. 혼합물이 탈수됨에 따라 TiO_2 나노입자가 형성될 수 있다. 특정 구현예에서, 금속 산화물(예, 나노입자 내에 함유되지 않은 금속 산화물) 또는 금속 황화물과 함께 또는 이의 존재 하에 광촉매 나노입자를 형성할 수 있다. 그러한 불균질 광촉매 나노입자 시스템을 형성하는 하나의 방법은, 예를 들어, 반응 용기 또는 챔버에 넣어진 TiO_2 나노막대 및 금속 산화물 나노입자를 물과 섞고 혼합물을 24 시간 동안 약 $100^\circ C$ 의 온도로 가열하는 것을 포함한다. 특정 나노막대, 예컨대 TiO_2 나노막대의 단부는 다른 나노재료를 끌어당기는 것으로 알려져 있다. 인력은 금속 산화물 나노입자를 TiO_2 나노막대의 원위 단부에 고정 또는 부착하여 불균질 광촉매 나노입자 시스템을 형성하는 메커니즘을 제공한다. 불균질 광촉매 나노입자 시스템을 사용하는 이들 구현예에서, 금속 산화물 또는 금속 황화물은 태양광 또는 인공광의 가시 스펙트럼을 모아서 광촉매 나노캡슐의 광촉매 활성(PCA) (및 이에 따른 오염물 분해 유효성)을 증진시킬 수 있다.

[0034] 단계(310)에서는, 하나 이상의 나노캡슐을 형성한다. 나노캡슐은, 예를 들어 에멀션법을 이용하여 형성할 수 있다. 일부 구현예에서, 나노캡슐을 형성하는 것은 쉘(예, 이산화규소 쉘)을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 나노입자 주변의 쉘 형성은 당업계에 공지되어 있다. 예를 들어, 실리카 피복된 산화철 나노입자의 형성에 대해서는, 참조에 의해 그 전문이 본 개시에 포함되는 Palani 등의 문헌[technical notes of Journal of Proteome Research(PR800067X)]에 개시되어 있다. 나노캡슐은, 쉘이 단계(305)에서 형성된 광촉매 나노입자 중 하나 이상의 나노입자를 적어도 부분적으로 둘러싸도록 구성할 수 있다.

[0035] 단계(315)에서는, 나노캡슐로부터 함유물(예, 계면활성제 또는 기타 피막재)을 선택적으로 제거한다. 제거는, 산을 사용하여 화학 또는 치환 반응을 일으키거나 또는 염기를 사용하여 산계열의 피막을 중화시켜 실시할 수 있다. 대안적으로, 예를 들어 액체(예, 물 또는 다른 용매) 또는 공기로 나노캡슐을 퍼징 또는 플러싱(flushing)하여, 함유물을 제거할 수 있다. 폴리카르보실란 중합체를 사용한 일부 구현예에서는, 가열로 제거할 수 있다. 일부 구현예에서, 함유물은 나노캡슐의 공동 내의 함유물이다. 이 단계에서는 일부 종류의 함유물을 (예컨대 함유물의 크기를 기준으로) 선택적으로 제거할 수 있거나, 또는 특정 종류의 함유물은 제거하지만 다른 것은 제거하지 않는 특정 제거법을 사용하여 공동 내의 모든 내용물을 비선택적으로 제거할 수 있다.

[0036] 단계(320)에서는, 나노캡슐의 기공을 선택적으로 확대할 수 있다. 기공을, 예를 들어 에칭법을 이용하여 확대할 수 있다. 에칭은 염기성 완충 용액에서 실시할 수 있다. 예시적인 기공 확대법은 Palani 등의 문헌[technical notes of Journal of Proteome Research(PR800067X)]에 개시되어 있다.

[0037] 도 4는 하나 이상의 매립된 광촉매 나노입자(405)를 포함하는 예시적인 광촉매 섬유(400)를 도시한다. 특정 구현예에서, 광촉매 섬유는 광촉매 나노입자(405), 예컨대 TiO_2 나노입자가 폴리카르보실란 재료에 형성된 하나 이상의 공동 내에 선택적으로 포집 또는 매립된 폴리카르보실란 섬유를 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 구현예에서, 광촉매 나노입자(들)는, 섬유 내에 포집되는 대신에 섬유의 Si 입자와 나노입자 사이의 인력에 의해 폴리카르보실란 섬유 외부에 부착될 수 있다. 나노입자는 임의의 크기 또는 형상의 것일 수 있다. 예를 들어, 섬유는 나노막대, 나노구, 나노타원체, 나노큐브, 상이한 크기 또는 형상의 조합 등을 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0038] 도 5는 하나 이상의 매립된 광촉매 나노입자를 포함하는 광촉매 섬유의 예시적인 제조 방법(500)을 도시한다. 예를 들어, 예시적 공정(500)을 이용하여 도 4에 도시된 광촉매 섬유(400)를 제조할 수 있다. 단계(505)에서는, 예를 들어 TiO_2 나노입자와 같은 광촉매 나노입자를 폴리카르보실란 용융물에 분산시킨다. 이 공정에 적합한 폴리카르보실란 용융물의 제조에 대해서는, 참고에 의해 그 전문이 본 개시에 포함되고 2005년 9월에 게시된 문헌

[Azojomo (Journal of Materials Online) DOI: 10.2240/azojomo0139]에 상세히 기술되어 있다. 촉매로서 제올라이트의 존재 하에 폴리디메틸실란으로부터 폴리카르보실란을 합성할 수 있다. 폴리카르보실란 외의 중합체를 사용할 수 있다. 특정 구현예에서, 광촉매 나노입자를 계면활성제로 피복할 수 있다. 실리카 또는 탄화규소(SiC) 섬유를 포함하는 광촉매 섬유는, 용융 방사법으로 폴리카르보실란 용융물에 분산된 광촉매 나노입자를 이용하여 폴리카르보실란 용융물 중에서 형성할 수 있다. 폴리카르보실란(PCS)의 용융 방사, 경화 및 열분해에 의한 SiC 섬유 합성은 또한 참조에 의해 그 전문이 본 개시에 포함되는 문헌[Composites Science and Technology 59 (1999) 787-792]에 기술되어 있다. 용융 방사법은 예를 들어 전기방사를 포함할 수 있다. 전기방사에 의한 나노섬유의 제작은 또한 참조에 의해 그 전문이 본 개시에 포함되는 문헌[NANO LETTERS, 2004 Vol. 4, No. 5 933-938]에 상세히 기술되어 있다. 광촉매 섬유 형성은 분산된 광촉매 나노입자와 중합체(예, 폴리카르보실란)의 열처리를 포함할 수 있다. 생성되는 광촉매 섬유는 실리카로 이루어지며 광촉매 나노입자가 포집 또는 매립되는 공동 또는 구멍을 포함할 수 있다. 단계(515)에서는, 예를 들어, 선택적으로, 이렇게 형성된 광촉매 섬유를, 비제한적인 예로서 면과 같은 비-광촉매 섬유와 다발화(예컨대 섞어짜기, 엮어짜기, 묶기(tie), 본딩, 함께 융합, 매립, 피복 등)하여 물 또는 공기 필터와 같은 광촉매 전달 시스템을 형성할 수 있다. 광촉매 섬유 대 비-광촉매 섬유의 상대량은 예를 들어 약 25~약 99%의 광촉매 섬유 대 75%~약 1%의 비-광촉매 섬유일 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 전달되는 광촉매 전달 시스템은 수 여과 필터일 수 있다. 다른 구현예에서, 상기 시스템은 의료용 마스크 또는 의류의 일부로 사용할 수 있다.

[0039] 전술한 상세한 설명에는 블록 도표, 순서도 및/또는 예시를 이용하여 장치 및/또는 공정의 각종 구현예가 설명되어 있다. 그러한 블록 도표, 순서도 및/또는 예시가 하나 이상의 기능 및/또는 작용을 포함하는 한, 그러한 블록 도표, 순서도 또는 예시 중의 각 기능 및/또는 작용은 각종 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 사실상 이의 임의의 조합으로, 개별적으로 및/또는 총체적으로, 실시할 수 있다는 것을 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 이해할 것이다. 일 구현예에서, 본 개시에 개시된 대상의 몇 부분은 주문형 집적 회로(Application Specific Integrated Circuit; ASIC), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(Field Programmable Gate Array; FPGA), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor; DSP), 또는 기타 통합 포맷으로 실시될 수 있다. 그러나, 본 개시에 개시된 구현예들의 일부 양태는, 전체적으로 또는 부분적으로, 집적 회로에서, 하나 이상의 컴퓨터에서 실행되는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램(예컨대, 하나 이상의 컴퓨터 시스템에서 실행되는 하나 이상의 프로그램)으로서, 하나 이상의 프로세서에서 실행되는 하나 이상의 프로그램(예컨대, 하나 이상의 마이크로프로세서에서 실행되는 하나 이상의 프로그램)으로서, 펌웨어로서, 또는 사실상 이의 임의의 조합으로 대등하게 실시될 수 있으며, 회로 설계 및/또는 소프트웨어 및/또는 펌웨어용 코드 작성은 본 개시내용에 비추어 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자의 기술 내에 있다는 것을 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 알 것이다. 또한, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자는 본 개시에 개시된 대상의 메카니즘이 각종 형태의 프로그램 제품으로서 배포될 수 있고, 실제로 배포하기 위해 사용된 신호 보유 매체의 특정 종류와는 무관하게 본 개시에 개시된 대상의 예시적인 구현예가 적용된다는 것을 인식할 것이다. 신호 보유 매체의 예는 플로피 디스크, 하드 디스크 드라이브, 콤팩트 디스크(CD), 디지털 비디오 디스크(DVD), 디지털 테이프, 컴퓨터 메모리 등과 같은 기록형 매체; 및 디지털 및/또는 아날로그 통신 매체(예, 광섬유 케이블, 도파관, 유선 통신 링크, 무선 통신 링크 등)와 같은 전송형 매체를 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0040] 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면, 본 개시에 설명된 방식으로 장치 및/또는 공정을 기재하고, 이후 기재된 장치 및/또는 공정을 데이터 처리 시스템으로 통합하는 공학 실무를 이용하는 것이 기술 분야 내에서 일반적인 것임을 알 것이다. 즉, 본 개시에 개시된 장치 및/또는 공정의 적어도 일부를 적당량의 실험을 통해 데이터 처리 시스템으로 통합할 수 있다. 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면, 전형적인 데이터 처리 시스템이 일반적으로 시스템 유닛 하우징, 비디오 디스플레이 장치, 휘발성 및 비휘발성 메모리와 같은 메모리, 마이크로프로세서 및 디지털 신호 프로세서와 같은 프로세서, 운영 체제, 드라이버, 그래픽 사용자 인터페이스 및 응용 프로그램과 같은 컴퓨터 본체, 터치 패드 또는 스크린과 같은 하나 이상의 상호작용 장치, 및/또는 피드백 루프 및 제어 모터(예, 위치 및/또는 속도 감지용 피드백; 요소 및/또는 수량의 이동 및/또는 조정용 제어 모터)를 포함하는 제어 시스템 중 하나 이상을 포함한다는 것을 알 것이다. 데이터 연산/통신 및/또는 네트워크 연산/통신 시스템에서 통상 발견되는 것들과 같은, 임의의 적당한 상용 부품을 이용하여 전형적인 데이터 처리 시스템을 실행할 수 있다.

[0041] 여기에 기술된 대상은 때때로 상이한 요소들 내에 포함되거나 결합되는 상이한 요소들을 나타낸다. 이렇게 묘사된 구조는 단지 예시적인 것이며, 실제로는 동일한 기능을 달성하는 많은 다른 구조가 구현될 수 있음을 이해할 것이다. 개념적으로, 동일한 기능을 달성하기 위한 요소들의 임의의 배열이 원하는 기능을 달성하기 위해서 효과적으로 "연관된다(associated)". 따라서, 여기에서 특정 기능을 달성하기 위해 조합된 임의의 두 개의 요소들

이, 원하는 기능을 달성하기 위해서, 구조들이나 매개하는 요소들과 상관없이, "서로 연관된다고(associated with)" 볼 수 있다. 유사하게, 이렇게 연관된 임의의 두 개의 요소들은 또한 원하는 기능을 달성하기 위해, 서로 "작동 가능하게 연결되거나(operably connected)" "작동 가능하게 결합(operably coupled)"된 것으로 볼 수 있으며, 이렇게 연관될 수 있는 임의의 두 개의 요소들은 원하는 기능을 달성하기 위해 서로 "작동 가능하게 결합 가능한(operably couplable)" 것으로 볼 수 있다. 작동 가능하게 결합 가능한 것들의 특정 예들은 물리적으로 합쳐지는 것 및/또는 물리적으로 상호작용하는 요소들 및/또는 무선으로 상호작용 가능한 것 및/또는 무선으로 상호작용하는 요소들 및/또는 논리적으로 상호작용하는 것 및/또는 논리적으로 상호작용 가능한 요소들을 포함하되, 이에 한정되지 않는다.

[0042] 본 개시에서 실질상 임의의 복수 및/또는 단일 용어의 사용에 대해서는, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 문맥 및/또는 응용예에 적절하도록, 복수를 단수로 및/또는 단수를 복수로 해석할 수 있다. 다양한 단수/복수의 변경은 명료화를 위하여 본 개시에서 명시적으로 기술될 수도 있다.

[0043] 일반적으로 본 개시, 특히 첨부된 청구항들 (예를 들어, 첨부된 청구범위의 본체부)에 사용된 용어는 일반적으로 "개방형" 용어로서 의도된 것임을 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자는 이해할 것이다 (예를 들어, 용어 "포함하는(including)"은 "포함하지만 이로 한정되는 것은 아닌"으로 해석되어야 하며, 용어 "갖는(having)"은 "적어도 가지는" 것으로 해석되어야 하며, 용어 "포함한다(includes)"는 "포함하지만 이에 한정되는 것은 아닌" 등으로 해석되어야 함). 도입된 청구항 기재에 대해 특정한 개수가 의도되는 경우, 그러한 의도는 그 청구항에 명시적으로 기재될 것이며, 이러한 기재가 없는 경우는 그러한 의도는 존재하지 않음을, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 또한 이해할 것이다. 이해를 돕고자 예를 들면, 다음에 첨부된 청구항은 청구항 기재를 시작하기 위해, 시작 문구로서 "적어도 하나(at least one)"와 "하나 이상(one or more)"을 사용할 수 있다. 그러나, 이러한 문구의 사용은, 임의의 특정 청구항이 시작 문구 "하나 이상" 또는 "적어도 하나" 및 특정 개수가 언급되지 않은 경우에도, 이렇게 시작된 청구항 기재를 포함하는 당해 청구항이 이러한 기재 하나만을 포함하는 구현예들로 한정되는 것을 의미하는 것으로 해석되어서는 안되며(예를 들어, 특정 개수가 언급되지 않은 경우에는 통상적으로 "적어도 하나" 또는 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 함); 청구항 기재를 시작하는데 사용되는 정관사의 이용에 대해서도 동일하게 해석되어야 한다. 부가적으로, 청구항 기재가 특정한 개수로 명시적으로 언급되는 경우에도 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자는 이러한 기재가 일반적으로 적어도 기재된 개수를 의미하는 것으로 해석하여야 함을 인식할 것이다 (예를 들어, 다른 수식어구 없이 "두 개의 기재(two recitations)"의 있는 그대로의 기재는 일반적으로 적어도 두 개의(at least two) 기재를 또는 둘 이상(two or more)의 기재들"을 의미함). 또한, "A, B 및 C 등 중 적어도 하나"와 유사한 약속이 사용되는 예들에서, 일반적으로 이러한 구성은 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자가 이러한 약속을 이해하는 방식으로 의도된다(예, "A, B 및 C 중 적어도 하나를 가진 시스템"은 A만을 가지거나, B만을 가지거나, C만을 가지거나, A와 B 모두를 가지거나, A와 C 모두를 가지거나, B와 C 모두를 가지거나, A, B 및 C 모두를 가지는 시스템들을 포함하되, 이에 한정되지는 않는다.). "A, B 또는 C 등 중 적어도 하나"와 유사한 약속이 사용되는 예들에서, 일반적으로 이러한 구성은 이러한 약속이 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자가 이해하는 방식으로 의도된다 (예, "A, B 또는 C 중 적어도 하나를 가진 시스템"은 A만 가지거나, B만 가지거나, C만 가지거나, A와 B 모두를 가지거나, A와 C 모두를 가지거나, B와 C 모두를 가지거나 및/또는 A, B, C 모두 등을 갖는 시스템을 포함하되, 이에 한정되지 않음). 또한, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자는, 둘 또는 그 이상의 택일적 용어들을 제시하는 사실상의 임의의 이접적 접속(disjunctive) 단어 및/또는 어구가, 상세한 설명, 청구항 또는 도면에서, 그러한 용어들 중 하나, 그러한 용어들 중 어느 하나, 또는 그러한 용어 둘 모두를 포함하여 구성될 수 있는 것으로 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 어구 "A 또는 B"는 "A" 또는 "B" 또는 "A" 및 "B"의 가능성들을 포함하는 것으로 이해될 것이다.

[0044] 다양한 양태들과 구현예들이 개시되었지만, 다른 양태들 및 구현예들 또한 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자에게 명백할 것이다. 본 개시의 다양한 양태들과 구현예들은 단지 예시하기 위한 것이고 한정을 의도하지는 않으며, 진정한 범위와 사상은 이하의 청구항에 의해 표시된다.

도면의 간단한 설명

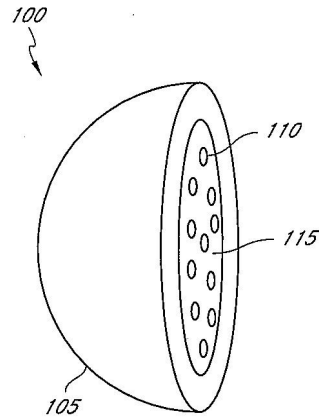
[0045] 도 1a 내지 1d는 적어도 부분적으로 오염물을 분해하기 위한 광촉매 나노입자를 포함하는 예시적인 각종 광촉매 나노캡슐의 단면도를 도시한다.

[0046] 도 2a는 하나의 오염물이 나노캡슐 내부에 맞을 수 있는 광촉매 나노캡슐의 일례를 도시한다.

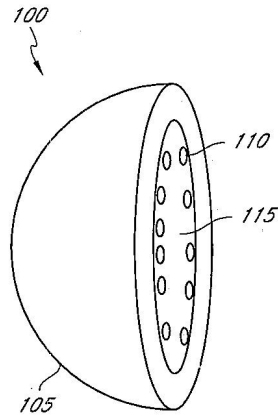
- [0047] 도 2b는 2개의 오염물이 나노캡슐 내부에 맞을 수 있는 광촉매 나노캡슐의 일례를 도시한다.
- [0048] 도 3은 광촉매 나노캡슐의 제조 방법의 일례를 도시한다.
- [0049] 도 4는 하나 이상의 광촉매 입자를 포함하는 광촉매 섬유의 일례를 도시한다.
- [0050] 도 5는 비-광촉매 섬유와 엮어짠 광촉매 섬유를 포함하는 정제 시스템, 예컨대 필터의 제조 방법의 일례를 도시한다.

도면

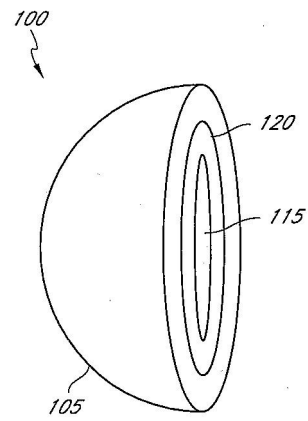
도면1a



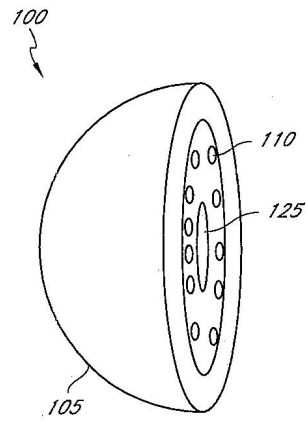
도면1b



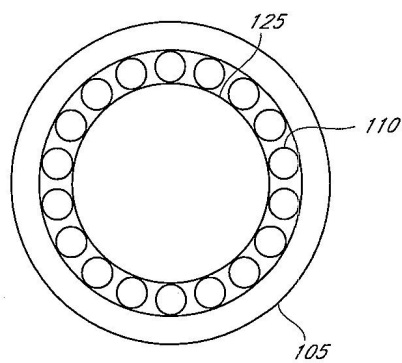
도면1c



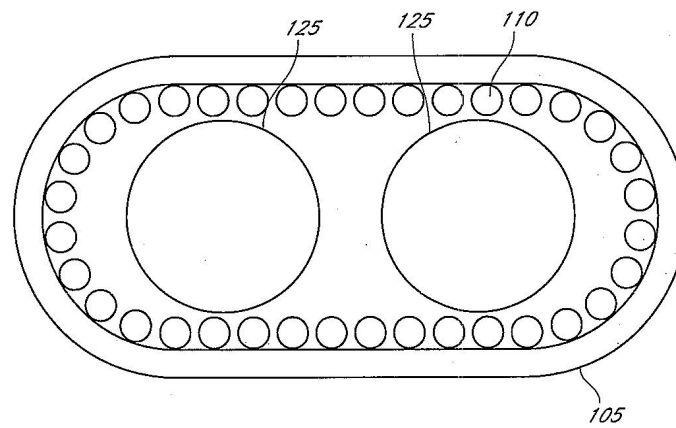
도면1d



도면2a

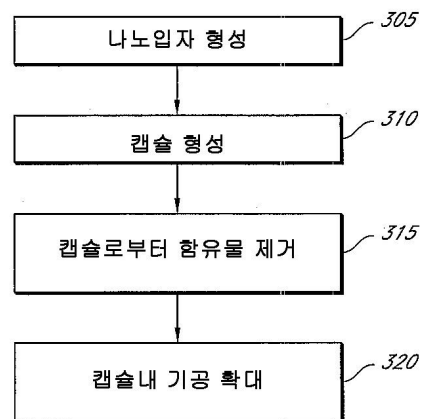


도면2b

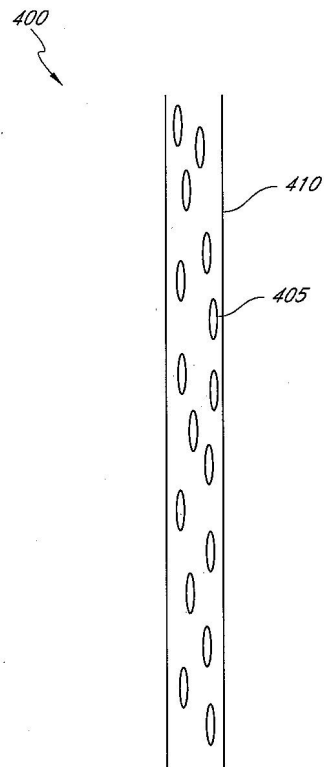


도면3

300



도면4



도면5

