(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0088605
(43) 공개일자 2016년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 31/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C01B 31/36 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0007884
(22) 출원일자 2015년01월16일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지이노텍 주식회사
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
(72) 발명자
손해록
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
김병숙
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
(74) 대리인
김기문

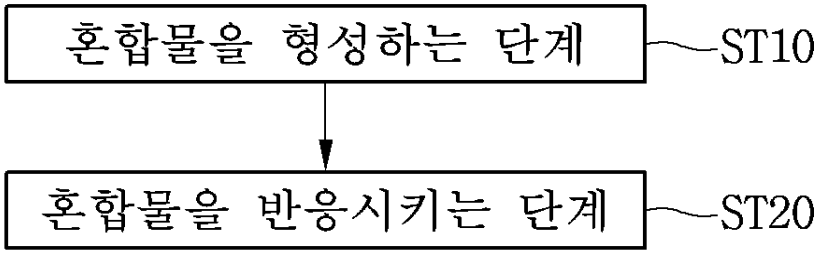
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **탄화규소 분말**

(57) 요 약

실시예에 따른 탄화규소 분말은 탄소원 및 규소원을 포함하고, 상기 탄소원 및 상기 규소원 중 적어도 하나의 비표면적은 50 ㎡/g 내지 150 ㎡/g이다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

탄소원 및 규소원을 포함하고,

상기 탄소원 및 상기 규소원 중 적어도 하나의 비표면적은 50 ㎡/g 내지 150 ㎡/g인 탄화규소 분말.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 탄소원은 흑연(graphite), 카본 블랙(carbon black), 카본 나노 튜브(carbon nano tube, CNT), 풀러렌(fullerene, C_{60}) 중 적어도 하나의 탄소원을 포함하는 탄화규소 분말.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 규소원은 실리카졸, 이산화 실리콘, 미세 실리카 및 석영 분말 중 적어도 하나의 규소원을 포함하는 탄화규소 분말.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 탄화규소 분말의 불순물은 0.01 ppm 이하인 탄화규소 분말.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 불순물은 인(P), 비소(As) 및 갈륨(Ga) 중 적어도 하나의 금속을 포함하는 탄화규소 분말.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 탄화규소 분말은 0.1 중량% 이하의 잔류 탄소를 포함하는 탄화규소 분말.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 탄화규소 분말은 0.1 중량% 이하의 잔류 산소를 포함하는 탄화규소 분말.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 탄화규소 분말의 입도는 200㎛ 이상인 탄화규소 분말.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 탄화규소 분말의 산포는 2 내지 5인 탄화규소 분말.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 실시예는 탄화규소 분말에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 탄화규소 분말은 최근에 다양한 전자 소자 및 목적을 위한 반도체 재료로서 사용되고 있다. 탄화규소 분말은 특히 물리적 강도 및 화학적 공격에 대한 높은 내성으로 인해 유용하다. 탄화규소 분말은 또한 방사 경도(radiation hardness), 비교적 넓은 밴드갭, 높은 포화 전자 드리프트 속도(saturated electron drift velocity), 높은 조작 온도, 및 스펙트럼의 청색(blue), 보라(violet), 및 자외(ultraviolet) 영역에서의 높은 에너지 양자의 흡수 및 방출을 포함하는 우수한 전자적 성질을 가진다.

[0003] 탄화규소 분말의 제조방법으로는 다양한 방법이 있으며, 일례로, 애치슨법, 탄소열환원공법, 액상고분자열분해법 또는 CVD 공법 등을 이용하고 있다. 특히 고순도의 탄화규소 분말 합성 공법은 액상고분자열분해법 또는 탄소열환원공법을 이용하고 있다.

[0004] 즉, 탄소원과 규소원의 재료를 혼합하고, 혼합물을 탄화공정 및 합성 공정을 진행하여 탄화규소 분말을 합성할 수 있다.

[0005] 이러한 탄화규소 분말은 탄화규소 단결정 성장시 원료로 쓰일 수 있고, 탄화규소 단결정의 품질은 탄화규소 분말의 순도 등과 관계될 수 있다.

[0006] 따라서, 탄화규소 분말의 순도를 향상시킬 수 있는 새로운 방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 실시예는 향상된 순도를 가지는 탄화규소 분말을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 실시예에 따른 탄화규소 분말은 탄소원 및 규소원을 포함하고, 상기 탄소원 및 상기 규소원 중 적어도 하나의 비표면적은 50 ㎡/g 내지 150 ㎡/g이다.

발명의 효과

[0009] 실시예에 따른 탄화규소 분말은 약 50 ㎡/g 내지 약 150 ㎡/g 의 비표면적을 가지는 탄소원 및 규소원을 혼합하여 제조될 수 있다.

[0010] 이에 따라, 탄소원 입자 및 규소원 입자의 공극 영역 면적을 증가시킬 수 있고, 이에 따라, 탄소원 입자 및 규소원 입자 내부의 불순물들을 공극을 통해 용이하게 배출하여 향상된 순도를 가지는 탄화규소 분말을 제조할 수 있다.

[0011] 또한, 실시예에 따른 탄화규소 분말은 약 0.1㎛ 내지 약 5㎛의 입도를 가지는 탄소원 및 규소원을 혼합하여 제조될 수 있다.

[0012] 이에 따라, 탄소원 및 규소원의 혼합 분말을 합성시 충분한 양으로 장입할 수 있어 공정 효율을 향상시킬 수 있고, 잔류 탄소 및 잔류 산소의 양을 감소시켜 탄화규소 단결정 성장시 단결정 품질을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 실시예에 따른 탄화규소 분말 제조방법의 공정 흐름도를 도시한 도면이다.

도 2는 탄소원 또는 규소원의 입자 형상을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 탄화규소 분말 제조방법을 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0015] 실시예에 따른 탄화규소 분말은 탄소원(carbon source) 및 규소원(silicon source)을 포함할 수 있다.

[0016] 상기 탄소원은 탄소를 제공할 수 있는 다양한 물질을 포함할 수 있다. 상기 탄소원은 고체 탄소원 또는 유기 탄소 화합물을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 고체 탄소원으로는 흑연(graphite), 카본 블랙(carbon black), 카본 나노 튜브(carbon nano tube, CNT) 또는 풀러렌(fullerene, C_{60}) 등을 들 수 있다.

[0018] 상기 유기 탄소 화합물로는 페놀(penol), 프랑(franc), 자일렌(xylene), 폴리이미드(polyimide), 폴리우레탄(polyunrethane), 폴리비닐알콜(polyvinyl alcohol), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 또는 폴리비닐 아세테이트 (poly (vinyl acetate)) 등을 들 수 있다. 그 외에도 셀룰로오스(cellulose), 제당, 피치(pitch) 또는 타르(tar) 등을 사용할 수 있다.

[0019] 상기 규소원은 규소를 제공할 수 있는 다양한 물질을 포함할 수 있다. 일례로, 상기 규소원은 실리카(silica)를 포함할 수 있다. 또한, 실리카 이외에도, 상기 규소원으로는 실리카 분말, 실리카 솔(sol), 실리카 겔(gel) 또는 석영 분말 등이 이용될 수 있다. 그러나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 규소를 포함하는 유기 규소 화합물을 규소원으로 사용할 수 있다.

[0020] 상기 탄소원과 상기 규소원은 혼합 공정 및 반응 공정을 통해 서로 혼합 및 반응하여 탄화규소 분말을 형성할 수 있다.

[0021] 상기 탄소원은 일정한 크기의 비표면적을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 탄소원의 비표면적은 약 50 ㎡/g 내지 약 150 ㎡/g 일 수 있다. 자세하게, 상기 탄소원의 비표면적은 약 70 ㎡/g 내지 약 120 ㎡/g 일 수 있다. 더 자세하게, 상기 탄소원의 비표면적은 약 90 ㎡/g 내지 약 100 ㎡/g 일 수 있다.

[0022] 또한, 상기 규소원은 일정한 크기의 비표면적을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 규소원의 비표면적은 약 50 ㎡/g 내지 약 150 ㎡/g 일 수 있다. 자세하게, 상기 규소원의 비표면적은 약 70 ㎡/g 내지 약 120 ㎡/g 일 수 있다. 더 자세하게, 상기 규소원의 비표면적은 약 90 ㎡/g 내지 약 100 ㎡/g 일 수 있다.

[0023] 상기 탄소원과 상기 규소원은 약 50 ㎡/g 내지 약 150 ㎡/g 의 범위에서 서로 동일 또는 서로 다른 크기의 비표면적을 가질 수 있다.

[0024] 여기서, 비표면적이란 입자의 체적당의 표면적을 의미하는 것으로서, 비표면적이 크다는 것은 입자의 지름이 작은 것을 의미한다. 즉, 실시예에 따른 탄소원과 규소원의 비표면적이 크다는 것은 탄소원의 입자 또는 규소원의 입자 내에 공극이 많이 형성되고, 입자 내의 소입자들의 지름이 작은 것을 의미할 수 있다.

[0025] 상기 탄소원은 일정한 크기의 입도를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 탄소원의 입도는 약 0.1㎛ 내지 약 5㎛ 일 수 있다. 자세하게, 상기 탄소원의 입도는 약 1㎛ 내지 약 5㎛ 일 수 있다. 더 자세하게, 상기 탄소원의 입도는 약 3㎛ 내지 약 5㎛ 일 수 있다.

[0026] 또한, 상기 규소원은 일정한 크기의 입도를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 규소원의 입도는 약 0.1㎛ 내지 약 5㎛ 일 수 있다. 자세하게, 상기 규소원의 입도는 약 1㎛ 내지 약 5㎛ 일 수 있다. 더 자세하게, 상기 규소원의 입도는 약 3㎛ 내지 약 5㎛ 일 수 있다.

[0027] 상기 탄소원과 상기 규소원은 약 0.1㎛ 내지 약 5㎛의 범위에서 서로 동일 또는 서로 다른 크기의 입도를 가질 수 있다.

[0028] 상기 탄소원과 상기 규소원은 서로 혼합 및 반응되어 탄화규소 분말을 형성할 수 있다.

[0029] 도 1은 실시예에 따른 탄화규소 분말을 제조하는 방법을 도시한 공정 흐름도이다.

[0030] 도 1을 참조하면, 실시예에 따른 탄화규소 분말 제조방법은, 혼합물을 형성하는 단계(ST10) 및 혼합물을 반응시키는 단계(ST20)를 포함할 수 있다.

[0031] 각 단계를 좀더 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0032] 상기 혼합물을 형성하는 단계(ST10)에서는 규소원 및 탄소원을 준비하고, 이를 혼합할 수 있다.

[0033] 상기 탄소원 및 상기 규소원을 혼합하는 공정은 용매를 이용하는 유무에 따라 건식 혼합 공정 또는 습식 혼합 공정으로 분류될 수 있다. 이때, 습식 혼합 공정에 의하면 탄소원과 규소원을 응집할 수 있어 생산성을 향상할 수 있다. 그리고 건식 혼합 공정에 의하면 용매 사용에 따른 비용 및 오염 문제를 방지할 수 있으며, 탄화 공정 등을 생략할 수 있어 공정을 단순화할 수 있다.

[0034] 이러한 규소원과 탄소원은 볼 밀(ball mill), 어트리션 밀(attrition bill) 등의 방법으로 혼합하여 혼합 분말을 회수한다. 혼합 분말은 체(sieve)에 의해 걸려져서 회수될 수 있다.

[0035] 상기 규소원 및 상기 탄소원은 일정한 비율로 혼합될 수 있다. 예를 들어, 규소원에 포함된 규소에 대한 탄소원에 포함된 탄소의 몰(mole)비(이하 “규소에 대한 탄소의 몰비”)는 약 1:1.5 내지 약 1:3 일 수 있다. 규소에 대한 탄소의 몰비가 약 3을 초과하는 경우에는 탄소의 양이 많아 반응에 참여하지 않고 잔류하는 잔류 탄소의 양이 많아져서 회수율을 저하시킬 수 있다. 그리고 규소에 대한 탄소의 몰비가 약 1.5 미만인 경우에는 규소의 양이 많아 반응에 참여하지 않고 잔류하는 잔류 규소의 양이 많아져서 회수율을 저하시킬 수 있다. 즉 상기 규소에 대한 탄소의 몰비는 회수율을 고려하여 결정된 것이다.

[0036] 이때, 상기 규소원이 반응 단계의 고온에서 기체 상태로 휘발되는 것을 고려하여, 규소에 대한 탄소의 몰비를 약 1.8 내지 약 2.7로 할 수 있다.

[0037] 상기 혼합물을 반응시키는 단계(ST20)에서는, 상기 혼합물을 일정한 온도에서 합성시킬 수 있다.

[0038] 상기 합성 공정에서는 상기 규소원과 고체 탄소원이 반응하거나 또는 상기 규소원과 상기 유기 탄소 화합물이 반응하여, 아래의 반응식 1 및 2의 단계에 따른 반응식 3의 전체 반응식에 의하여 탄화규소 분말이 형성될 수 있다.

[0039] [반응식 1]

[0040] $SiO_2(s) + C(s) \rightarrow SiO(g) + CO(g)$

[0041] [반응식 2]

[0042] $SiO(g) + 2C(s) \rightarrow SiC(s) + CO(g)$

[0043] [반응식 3]

[0044] $SiO_2(s) + 3C(s) \rightarrow SiC(s) + 2CO(g)$

[0045] 상술한 바와 같은 반응이 원활하게 일어날 수 있도록 가열 온도는 약 1300℃ 이상일 수 있다. 이때, 가열 온도를 약 1300℃ 내지 약 1900℃로 함으로써 제조되는 탄화규소 분말이 저온 안정상인 베타상을 가지도록 할 수 있다. 이러한 베타상은 미세한 입자로 이루어져서 탄화규소 분말의 강도 등을 향상할 수 있다. 그러나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 가열 온도를 약 1900℃를 초과하도록 하여 탄화규소 분말이 고온 안정상인 알파상을 가질 수도 있음은 물론이다. 상기 합성 공정은 약 2시간 내지 4시간 동안 진행될 수 있다.

[0046] 상기와 같은 제조 공정에 의해 약 1㎛ 내지 약 10㎛의 입도를 가지는 미립의 탄화규소 분말을 제조할 수 있다.

[0047] 이어서, 상기 미립의 탄화규소 분말을 입성장시킬 수 있다. 자세하게, 상기 미립의 탄화규소 분말을 일정한 온도 및 압력에서 반응시킬 수 있다.

[0048] 자세하게, 상기 미립의 탄화규소 분말은 약 2000℃ 내지 약 2200℃의 온도에서 반응될 수 있다. 또한, 상기 미립의 탄화규소 분말은 약 800mbar 내지 약 1000mbar의 압력에서 반응될 수 있다.

[0049] 이에 따라, 최종적으로 제조되는 탄화규소 분말은 약 200㎛ 이상의 입도를 가질 수 있다.

[0050] 이하, 실시예들 및 비교예들에 따른 단결정 성장용 탄화규소 분말의 제조 방법을 통하여 본 발명을 좀더 상세하게 설명한다. 이러한 실시예는 본 발명을 좀더 상세하게 설명하기 위하여 예시로 제시한 것에 불과하다. 따라서 본 발명이 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0051] 실시예 1

[0052] 10g의 퓸드 실리카(fumed silica) 및 10g의 페놀수지를 혼합하여 혼합물을 형성하였다. 또한 원료는 도가니 500 ϕ × 100H에 6kg을 투입하였다.

[0053] 혼합장치는 임펠러가 설치된 장치로 임펠러 속도를 2000 rpm으로 30분간 작동하여 혼합하였다.

[0054] 이후, 상기 혼합물을 승온 온도를 3℃/min으로 하여 약 850℃의 온도에서 2시간 동안 탄화공정으로 거쳐, 승온 온도를 5℃/min으로 하여 약 1700℃의 온도에서 약 3시간 동안 합성공정을 거쳐, 미립의 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0055] 이어서, 상기 미립의 탄화규소 분말을 약 850℃의 온도에서 약 1시간 동안 유지하고, 약 2150℃의 온도에서 약 4시간 동안 유지하여 탄화규소 분말을 입성장하여 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0056] 이때, 상기 실리카의 입도는 약 1㎛였고, 비표면적은 약 100 ㎡/g이었다.

[0057] 비교예 1

[0058] 상기 실리카의 비표면적이 약 3 ㎡/g이라는 점을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 단결정 성장용 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0059] 비교예 2

[0060] 상기 실리카의 입도가 약 0.02㎛라는 점을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 단결정 성장용 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0061] 비교예 3

[0062] 상기 실리카의 입도가 약 8㎛라는 점을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 단결정 성장용 탄화규소 분말을 제조하였다.

표 1

[0063]

	규소원(실리카)		순도(ppm)		충진밀도 (g/㎤)	입도(㎛)	산포	잔류SiO2 (wt%)	잔류 C
	입도(㎛)	비표면적 (㎡/g)							
실시예1	1	100	P	0.005	1.8	210	3	0.005	0.1
			As	0.01					
			Ga	0.005					
비교예1	1	3	P	0.2	1.8	230	3	0.005	0.1
			As	0.1					
			Ga	0.1					
비교예2	0.02	100	P	0.001	0.7	200	4	0.005	0.1
			As	0.005					
			Ga	0.005					
비교예3	8	100	P	0.009	1.9	230	3	5	0.3
			As	0.013					
			Ga	0.009					

[0064] 실시예 2

[0065] 10g의 퓸드 실리카(fumed silica) 및 10g의 페놀수지를 혼합하여 혼합물을 형성하였다. 또한 원료는 도가니 500

Φ × 100H에 6kg을 투입하였다.

[0066] 혼합장치는 임펠러가 설치된 장치로 임펠러 속도를 2000 rpm으로 30분간 작동하여 혼합하였다.

[0067] 이후, 상기 혼합물을 승온 온도를 3℃/min으로 하여 약 850℃의 온도에서 2시간 동안 탄화공정으로 거쳐, 승온 온도를 5℃/min으로 하여 약 1700℃의 온도에서 약 3시간 동안 합성공정을 거쳐, 미립의 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0068] 이어서, 상기 미립의 탄화규소 분말을 약 850℃의 온도에서 약 1시간 동안 유지하고, 약 2150℃의 온도에서 약 4시간 동안 유지하여 탄화규소 분말을 입성장하여 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0069] 이때, 상기 페놀수지의 입도는 약 1㎛였고, 비표면적은 약 100 ㎡/g이었다.

[0070] 비교예 4

[0071] 상기 페놀 수지의 비표면적이 약 3 ㎡/g이라는 점을 제외하고는 실시예 2와 동일하게 단결정 성장용 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0072] 비교예 5

[0073] 상기 페놀 수지의 입도가 약 0.02㎛라는 점을 제외하고는 실시예 2와 동일하게 단결정 성장용 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0074] 비교예 6

[0075] 상기 페놀 수지의 입도가 약 8㎛라는 점을 제외하고는 실시예 2와 동일하게 단결정 성장용 탄화규소 분말을 제조하였다.

표 2

[0076]

	탄소원(페놀수지)		순도(ppm)		충진밀도(g/㎤)	입도(㎛)	산포	잔류SiO2(wt%)	잔류 C
	입도(㎛)	비표면적(㎡/g)							
실시예2	1	100	P	0.005	1.8	210	3	0.005	0.1
			As	0.01					
			Ga	0.005					
비교예4	1	3	P	0.2	1.8	230	3	0.005	0.1
			As	0.1					
			Ga	0.1					
비교예5	0.02	100	P	0.001	0.8	200	4	0.005	0.1
			As	0.005					
			Ga	0.005					
비교예6	8	100	P	0.009	1.9	230	3	0.01	7
			As	0.013					
			Ga	0.009					

[0077] 표 1 및 표 2를 참조하면, 실시예 1 내지 실시예 2의 탄소원 또는 규소원은 50 ㎡/g 내지 150 ㎡/g의 비표면적을 가질 수 있다.

[0078] 도 2는 실시예에 따른 탄소원 또는 규소원의 입자를 도시한 도면이다. 도 2를 참조하면, 실시예에 따른 탄소원 또는 규소원 입자(100)은 충분한 면적의 공극(ag)을 가질 수 있고, 이에 따라, 탄소원 또는 규소원의 비표면적은 커질 수 있다.

[0079] 또한, 상기 탄소원 또는 규소원에 포함되는 불순물(200)들은 상기 공극을 통해 효율적으로 외부로 배출될 수 있다.

[0080] 또한, 상기 탄소원 입자 또는 규소원 입자의 비표면적이 커짐에 따라, 탄소원 또는 규소원 입자의 활성 에너지(activation energy)가 감소되고, 이에 따라, 탄소원 또는 규소원의 합성 온도에서 불순물들이 용이하게 휘발되어 상기 공극을 통해 배출될 수 있다.

[0081] 또한, 상기 탄소원 또는 규소원 입자는 0.1㎛ 내지 5㎛의 입도를 가질 수 있다.

[0082] 이에 따라, 상기 탄소원 및 규소원을 혼합 및 합성하여 제조되는 탄화규소 분말의 잔류 SiO2 및 잔류 C를 감소시킬 수 있다.

[0083] 반면에, 비교예 2 및 비교예5에서는 상기 탄소원 또는 규소원 입자가 약 0.1㎛의 입도를 가지게 되고, 이에 따라 비표면적의 증가로 인해, 충진밀도가 감소하게 되어 혼합물 합성시 반응 용기에 투입할 수 있는 혼합 분말의 양이 감소되어 공정 효율이 저하될 수 있다.

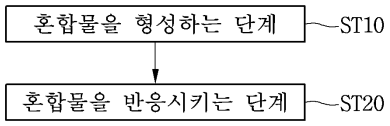
[0084] 또한, 비교예 3 및 비교예6에서는 상기 탄소원 또는 규소원 입자가 약 8㎛의 입도를 가지게 되고, 이에 따라 탄화규소 분말 내에 잔류 산소 또는 잔류 탄소 등이 증가하게 되어 이로 인해 이러한 탄화규소 분말을 이용하여 탄화규소 단결정 성장시 품질이 저하될 수 있다.

[0085] 상술한 실시예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[0086] 또한, 이상에서 실시예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1



도면2

