



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0050807
(43) 공개일자 2014년04월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B82B 3/00 (2006.01) B22D 23/00 (2006.01)
B23K 20/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0117067
(22) 출원일자 2012년10월22일
심사청구일자 2012년10월22일

(71) 출원인
세종공업 주식회사
울산광역시 북구 공단길 4 (효문동)
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93
(72) 발명자
홍성태
부산 해운대구 해운대해변로 163, 102동 1302호
(우동, 현대베네시티)
박정길
울산 북구 효자로 82, (효문동)
(74) 대리인
한양특허법인

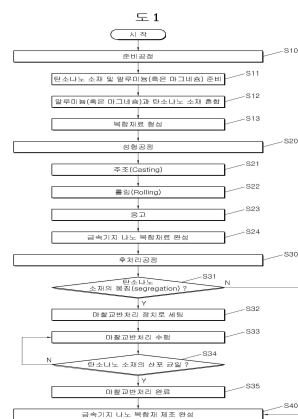
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 금속기지 탄소나노복합재 제조방법

(57) 요약

본 발명의 금속기지 탄소나노복합재 제조방법은 탄소나노소재(1)와 용탕 금속기지물질(2)로 이루어진 교상체(膠狀體, Colloid)로 형성된 복합재료(10)가 제조되고, 복합재료(10)가 주조(Casting)되어 금속기지 탄소나노복합재료(20)로 제조되며, 금속기지 탄소나노복합재료(20)가 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)되어 금속기지 탄소나노복합재(30)로 제조됨으로써 탄소나노소재 함량을 크게 높이고 동시에 그 함량 조절도 정확하게 이루어지며, 특히 탄소나노소재의 교상체(膠狀體, Colloid)찌꺼기가 남지 않는 청결상태를 유지할 수 있는 특징을 갖는다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

탄소나노소재와 용탕 금속기지물질로 이루어진 교상체(膠狀體, Colloid)로 형성된 복합재료가 제조되고,
상기 복합재료가 주조(Casting)되어 금속기지 탄소나노복합재료로 제조되며,
상기 금속기지 탄소나노복합재료가 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)되어 금속기지 탄소나노복합재로 제조되는
것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 교상체(膠狀體, Colloid)는 상기 탄소나노소재를 상기 용탕 금속기지물질에 섞은 후 혼합시켜 형성되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 탄소나노소재는 그래핀(Graphene)기반 물질중 하나이고, 상기 금속기지물질은 금속물질 중 선택된 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 금속물질은 알루미늄이나 마그네슘인 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 복합재료는 주조(Casting)후 응고되어 상기 금속기지 탄소나노복합재료로 제조되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 탄소나노소재는 상기 금속기지물질의 용탕으로 혼합되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 탄소나노소재와 상기 금속기지물질은 밀도차이 및 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation) 현상으로 용탕의 상부로 쏠린 상태에서 응고되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 8

청구항 6에 있어서, 상기 주조로 만들어진 탄소나노복합재에 롤링(Rolling)이 더 수행되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 롤링(Rolling)으로 상기 금속기지의 표면에 노출된 상기 탄소나노소재의 산포가 균일하게 되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서, 상기 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)는 상기 금속기지 탄소나노복합재료의 표면에서 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)이 발생된 상태일 때 수행되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서, 상기 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)는 상기 뭉침(Aggregation)부위를 향해 누르면서 이동하는 방식으로 수행되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서, 상기 금속기지 탄소나노복합재의 표면은 상기 교상체(膠狀體, Colloid)찌꺼기가 제거된 상태이고, 상기 찌꺼기 제거는 상기 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)를 통해 이루어지는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 13

탄소나노소재와 금속기지물질을 선정하고, 상기 금속기지물질을 용탕상태로 만들어주는 소재준비단계;

상기 탄소나노소재를 상기 용탕 금속기지물질에 섞은 후 혼합시켜 교상체(膠狀體, Colloid)로 형성된 복합재료가 제조되는 복합재료준비단계;

상기 복합재료를 주조(Casting)하고, 주조된 상태에서 롤링(Rolling)을 수행한 후, 응고시켜 금속기지 탄소나노복합재료로 제조되는 성형단계;

상기 금속기지 탄소나노복합재료의 표면에 노출되어 응고된 탄소나노소재를 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)하고, 상기 마찰교반처리 후 금속기지 탄소나노복합재로 제조되는 후처리단계;

가 포함되어 수행되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서, 상기 소재준비단계에서, 상기 탄소나노소재는 그래핀(Graphene)기반 물질이고, 상기 금속기지물질은 알루미늄이나 마그네슘인 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 15

청구항 13에 있어서, 상기 탄소나노소재는 상기 금속기지물질의 용탕으로 혼합되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서, 상기 탄소나노소재와 상기 금속기지물질은 밀도차이 및 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)현상으로 용탕의 상부로 쏠린 상태에서 응고되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 17

청구항 13에 있어서, 상기 후처리단계에서, 상기 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)는 상기 금속기지 탄소나노복합재료의 표면에서 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)이 발생된 상태일 때 수행되고, 상기 뭉침(Aggregation)부위를 향해 누르면서 이동하는 방식으로 수행되어 상기 금속기지 탄소나노복합재로 제조되는 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

청구항 18

청구항 17에 있어서, 상기 금속기지 탄소나노복합재는 응고된 금속기지와, 상기 응고된 금속기지에 심어지고 표면으로 노출된 상태에서 상기 교상체(膠狀體, Colloid)찌꺼기가 제거되어진 응고된 탄소나노소재 마감면을 형성한 것을 특징으로 하는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 금속기지 탄소나노복합재 제조에 관한 것으로, 특히 구조방식을 이용해 제조됨으로써 탄소나노소재 함량이 크게 높아지고 탄소나노소재 함량이 정확히 조절될 수 있는 금속기지 탄소나노복합재 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 탄소의 동소체는 탄소간 결합의 형태에 따라 SP^3 공유결합을 갖는 다이아몬드와 파이(π)결합을 갖는 흑연으로 구분되며, 흑연은 흑연층의 3차원적 말린 구조에 따라 폴리렌과 탄소나노튜브(CNT) 및 그래핀(Graphene)으로 세분된다.

[0003] 상기와 같은 탄소의 동소체는 탄소나노소재로 제조되고, 탄소나노소재가 우수한 물성을 갖는 나노복합재로 제조됨으로써 산업분야에서 매우 다양하게 이용되고 있다.

[0004] 그러므로, 탄소나노복합재는 보다 빠르게 제조될 수 있는 방법에 치중되어 기술 개발이 이루어지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 국내특허공개 10-2003-0072351(2003년09월13일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기 특허문헌은 탄소 나노튜브를 포함하는 복합재의 자유형 구조물이 신속하게 제조되는 기술의 예를 나타낸다.

[0007] 이를 위해, 상기 특허문헌은 매트릭스 및 탄소 나노튜브로 형성된 섬유 다발을 조합시키고, 매트릭스와 섬유 다발의 조합물로부터 다수개의 복합재 노드를 형성시키며, 하나의 복합재 노드를 또 다른 복합재 노드에 대해 배열시킴으로써 제조된다.

[0008] 이로부터, 상기 특허문헌은 매트릭스 내의 탄소 나노튜브의 수율을 최적화시키기 위한 가공후 처리가 요구되지 않음으로써, 탄소 나노튜브를 포함하는 복합재가 빠르게 제조될 수 있다.

[0009] 하지만, 탄소나노복합재는 나노소재의 함량이 높게 형성됨이 기본적으로 요구된다.

[0010] 특히, 탄소원자들이 SP^2 공유결합에 의해 2차원상으로 배열된 물질로서 탄소나노소재를 대표하는 소재중 하나인 그래핀(Graphene)과 같이 산업분야에서 그 활용성이 매우 높은 재료일 경우, 나노소재의 함량이 높게 형성됨이 매우 중요할 수밖에 없다.

[0011] 이는, 그래핀(Graphene)은 밀도가 $\sim 2g/cm^3$ 정도로서 금속재료 대비 상대적으로 가벼우면서도 인장강도는 수십 GPa 정도로 매우 강하고, 구조적 물성도 안정할 뿐 아니라 매우 큰 열전도도를 가짐에 기인된다.

[0012] 그러므로, 그래핀(Graphene)에서 나노소재의 함량이 더욱 높게 형성되고, 특히 2차원 소재인 그래핀(Graphene)이 1차원 탄소나노소재 소재인 CNT와 결합구조(Hybrid Structure)를 형성할 경우 전도에 필요한 여과한계농도(Percolation limit Consistency)가 낮춰지는 반면 열전도도는 더욱 높일 수 있고, 이 경우 그래핀(Graphene)은 열전달소재(TIM, Thermal Interface Material)로 그 활용성이 더욱 높아질 수 있다.

[0013] 이러한 측면은 열전도도를 고려할 때, 표면의 비결합 원자들과 결정구조 결함이 많은 저항을 발생시켜 전도 효율에 한계가 있는 소재와 달리, 그래핀(Graphene)은 원자 하나의 두께를 가지면서도 표면결합이 매우 적고 양자

$$5 \times 10^3 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

역학적 구조특성으로 인해 열전도도가 $\sim$ 로서 매우 우수한 전도도를 가질 수 있음에 기인된다.

[0014] 특히, 그래핀(Graphene)이 갖는 상기와 같은 특징은 향후 가벼우면서 높은 열전도도가 필요한 산업분야에서 그래핀(Graphene)의 필요성이 더욱 증가될 수밖에 없다.

[0015] 이에 상기와 같은 점을 감안하여 발명된 본 발명은 탄소나노소재가 용탕 금속기지물질과 섞여 교상체(膠狀體, Colloid)로 형성되고, 이를 주조방식으로 금속기지 나노복합재료로 제조한 다음, 필요시 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)를 수행해 금속기지 나노복합재료로 제조해줌으로써 탄소나노소재 함량을 크게 높이고 동시에 표면에 교상체(膠狀體, Colloid)찌꺼기가 남지 않는 청결상태를 유지할 수 있는 금속기지 탄소나노복합재료 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 금속기지 탄소나노복합재료 제조방법은 탄소나노소재와 용탕 금속기지물질로 이루어진 교상체(膠狀體, Colloid)로 형성된 복합재료가 제조되고, 상기 복합재료가 주조(Casting)되어 금속기지 탄소나노복합재료로 제조되며, 상기 금속기지 탄소나노복합재료가 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)되어 금속기지 탄소나노복합재료로 제조되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 교상체(膠狀體, Colloid)는 상기 탄소나노소재를 상기 용탕 금속기지물질에 섞은 후 혼합시켜 형성된다.

[0018] 상기 탄소나노소재는 그래핀(Graphene)기반 물질중 하나이고, 상기 금속기지물질은 금속물질 중 선택되며, 선택된 상기 금속물질은 알루미늄이나 마그네슘이다.

[0019] 상기 복합재료는 주조(Casting)후 응고되어 상기 금속기지 탄소나노복합재료로 제조된다.

[0020] 상기 탄소나노소재는 상기 금속기지물질의 용탕으로 혼합된다.

[0021] 상기 탄소나노소재와 상기 금속기지물질은 밀도차이 및 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)현상으로 용탕의 상부로 쏠린 상태에서 응고된다.

[0022] 상기 주조로 만들어진 탄소나노복합재에 롤링(Rolling)이 더 수행된다.

[0023] 상기 롤링(Rolling)으로 상기 금속기지의 표면에 노출된 상기 탄소나노소재의 산포가 균일하게 된다.

[0024] 상기 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)는 상기 금속기지 탄소나노복합재료의 표면에서 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)이 발생된 상태일 때 수행된다.

- [0025] 상기 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)는 상기 뭉침(Aggregation)부위를 향해 누르면서 이동하는 방식으로 수행된다.
- [0026] 상기 금속기지 탄소나노복합재의 표면은 상기 교상체(膠狀體, Colloid)찌꺼기가 제거된 상태이고, 상기 찌꺼기 제거는 상기 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)를 통해 이루어진다.
- [0027] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 금속기지 탄소나노복합재 제조방법은 탄소나노소재와 금속기지물질을 선정하고, 상기 금속기지물질을 용탕상태로 만들어주는 소재준비단계;
- [0028] 상기 탄소나노소재를 상기 용탕 금속기지물질에 섞은 후 혼합시켜 교상체(膠狀體, Colloid)로 형성된 복합재료가 제조되는 복합재료준비단계;
- [0029] 상기 복합재료를 주조(Casting)하고, 주조된 상태에서 롤링(Rolling)을 수행한 후, 응고시켜 금속기지 탄소나노복합재로 제조되는 성형단계;
- [0030] 상기 금속기지 탄소나노복합재료의 표면에 노출되어 응고된 탄소나노소재를 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)하고, 상기 마찰교반처리 후 금속기지 탄소나노복합재로 제조되는 후처리단계;
- [0031] 가 포함되어 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 상기 소재준비단계에서, 상기 탄소나노소재는 그래핀(Graphene)기반 물질이고, 상기 금속기지물질은 알루미늄이나 마그네슘이다.
- [0033] 상기 탄소나노소재는 상기 금속기지물질의 용탕으로 혼합된다.
- [0034] 상기 탄소나노소재와 상기 금속기지물질은 밀도차이 및 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)현상으로 용탕의 상부로 쏠린 상태에서 응고된다.
- [0035] 상기 후처리단계에서, 상기 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)는 상기 금속기지 탄소나노복합재료의 표면에서 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)이 발생된 상태일 때 수행되고, 상기 뭉침(Aggregation)부위를 향해 누르면서 이동하는 방식으로 수행되어 상기 금속기지 나노복합재로 제조된다.
- [0036] 상기 금속기지 탄소나노복합재는 응고된 금속기지와, 상기 응고된 금속기지에 침어지고 표면으로 노출된 상태에서 상기 교상체(膠狀體, Colloid)찌꺼기가 제거되어진 응고된 탄소나노소재 마감면을 형성한다.

발명의 효과

- [0037] 이러한 본 발명은 탄소나노소재가 용탕 금속기지물질과 섞여 교상체(膠狀體, Colloid)로 형성된 상태에서 주조방식으로 제조함으로써 탄소나노소재 함량이 크게 높아지고 특히 탄소나노소재 함량조절이 더욱 정확해지는 효과가 있다.
- [0038] 또한, 본 발명은 주조방식으로 제조된 금속기지 탄소나노복합재를 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)해 줌으로써 금속기지에 침어진 탄소나노소재의 산포를 고르게 유지하는 효과도 있다.
- [0039] 또한, 본 발명은 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)가 적용됨으로써 금속기지 탄소나노복합재 표면에 교상체(膠狀體, Colloid)찌꺼기가 남지 않은 청결상태를 유지하는 효과도 있다.
- [0040] 또한, 본 발명은 탄소나노소재가 용탕상태의 금속기지물질과 혼합된 교상체(膠狀體, Colloid)를 이룸으로써 미세한 탄소나노 소재가 공정 중 공기 중으로 산포되지 않고, 특히 제조 과정 전반에 걸쳐 안정성이 크게 강화되는 효과도 있다.
- [0041] 또한, 본 발명은 탄소나노소재 함량이 크게 높은 그래핀(Graphene)으로 제조됨으로써 그래핀(Graphene)의 성능을 크게 높일 수 있고, 고 성능의 그래핀(Graphene)이 높은 열전도도가 필요한 산업분야에 공급되는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 본 발명에 따른 금속기지 탄소나노복합재 제조방법의 공정도이고, 도 2는 본 발명에 따른 금속기지 탄소나노복합재의 제조를 위한 그래핀(Graphene)기반 물질이며, 도 3은 본 발명에 따른 복합재료의 제조 상태이고,

도 4는 본 발명에 따른 금속기지 탄소나노복합재료의 제조 상태이며, 도 5는 본 발명에 따른 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)를 위한 지그 구성도 이고, 도 6은 본 발명에 따른 금속기지 탄소나노복합재의 완성상태이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 예시도면을 참조로 상세히 설명하며, 이러한 실시예는 일례로서 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으므로, 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0044] 도 1은 본 실시예에 따른 금속기지 탄소나노복합재 제조방법의 공정을 나타낸다.
- [0045] 도시된 바와 같이, 금속기지 탄소나노복합재 제조공정은 S10의 준비공정과 S20의 성형공정 및 S30의 후처리공정을 순차적으로 거친 후, S40의 금속기지 나노복합재로 제조된다.
- [0046] S10의 준비공정에서는 S11내지 S13의 과정을 거침으로써 복합재료가 만들어지며, 이러한 복합재료는 금속기지 탄소나노복합재를 제조하기 위한 기본 물질을 의미한다.
- [0047] S11은 탄소나노소재와 금속기지물질을 준비하는 단계서, 탄소나노소재와 금속기지물질의 선택은 제조하고자 하는 금속기지 나노복합재의 물성에 따라 결정된다.
- [0048] 이 경우, 상기 탄소나노소재는 그래핀(Graphene)기반 물질이고, 상기 금속기지물질은 알루미늄이나 또는 마그네슘이 적용된다.
- [0049] 도 2는 탄소나노소재(1)인 그래핀(Graphene)기반 물질(1a, 1b, 1c)의 예를 나타낸다.
- [0050] 예시된 그래핀(Graphene)기반 물질(1a, 1b, 1c)중 하나인 제1타입 그래핀(Graphene)기반 물질(1a)은 2차원 그래핀을 기반으로 한 C60(0차원(Dimension))의 예이고, 다른 하나인 제2타입 그래핀(Graphene)기반 물질(1b)은 2차원 그래핀을 기반으로 한 탄소-나노튜브(1차원(Dimension))의 예이며, 또 다른 하나인 제3타입 그래핀(Graphene)기반 물질(1b)은 2차원 그래핀을 기반으로 한 흑연(3차원(Dimension))의 예이다.
- [0051] 그러므로, 본 실시예에서는 다양한 탄소나노소재가 적용됨으로써 그 활용성이 매우 높게 된다.
- [0052] 특히, 상기와 같은 그래핀(Graphene)기반 물질(1a, 1b, 1c)은 탄소원자들이 SP^2 공유결합에 의해 2차원상으로 배열된 그래핀(Graphene)의 물성을 그대로 유지함으로써, 열전달소재(TIM, Thermal Interface Material)로 활용성이 매우 큰 장점을 그대로 유지할 수 있다.
- [0053] 이어, 준비된 탄소나노소재와 금속기지물질(알루미늄 또는 마그네슘)은 S12에서 서로 혼합된 후, S13과 같이 복합재료로 형성된다.
- [0054] 본 실시예에서 금속기지물질(알루미늄 또는 마그네슘)은 용융된 용탕상태로 제공되고, 탄소나노소재가 용탕상태의 금속기지물질(알루미늄 또는 마그네슘)에 섞여짐으로써 탄소나노소재는 교상체(膠狀體, Colloid)로 전환될 수 있다.
- [0055] 상기와 같이 탄소나노소재의 교상체(膠狀體, Colloid)형성이 금속기지물질(알루미늄 또는 마그네슘)의 용탕을 이용하여 만들어지면, 물을 이용하여 탄소나노소재를 교상체(膠狀體, Colloid)로 만들어 줄때에 비해 탄소나노소재의 함량이 보다 정밀하게 조절될 수 있다.
- [0056] 통상, 탄소나노소재의 함량을 정밀하게 조절할 수 있으면, 이를 통해 제조된 금속기지 나노복합재의 물성이 크게 향상될 수 있다.
- [0057] 도 3은 탄소나노소재(1)와 금속기지물질(2, 알루미늄 또는 마그네슘)이 서로 혼합되고, 이를 통해 복합재료(10)로 형성된 상태를 나타낸다.
- [0058] 도시된 바와 같이, 탄소나노소재(1)와 금속기지물질(2, 알루미늄 또는 마그네슘)의 혼합작업은 극히 간단하게 수행되고, 복합재료(10)의 형성도 극히 단순하게 이루어짐을 알 수 있다.
- [0059] 일례로, 혼합작업은 탄소나노소재(1)를 금속기지물질(2, 알루미늄 또는 마그네슘)에 섞거나 또는 그 역으로 금속기지물질(2, 알루미늄 또는 마그네슘)에 탄소나노소재(1)를 섞어줌으로써 수행되고, 복합재료 형성은 이를 통해 만들어짐으로써 별도의 추가 작업이 요구되지 않는 편리함이 있다.

- [0060] 본 실시예에서 혼합작업은 탄소나노소재를 금속기지물질(알루미늄 또는 마그네슘)에 섞어줌이 더욱 바람직하다.
- [0061] 상기와 같이 S10내지 S13의 과정을 거침으로써 탄소나노소재와 알루미늄이 섞인 복합재료(10)나 또는 탄소나노소재와 마그네슘이 섞인 복합재료(10)가 제조되며, 이러한 복합재료(10)는 도 3에 예시된다.
- [0062] 상기와 같이 제조된 복합재료(10)는 탄소나노소재가 교상체(膠狀體, Colloid)를 이룸으로써 대기중에 노출되더라도 안정성이 전혀 저하되지 않는 특징을 갖는다.
- [0063] 이는, 교상체(膠狀體, Colloid)에서는 탄소나노소재가 그 크기로 인해 공기중으로 산포되지 않음에 기인된다.
- [0064] 한편, S20은 복합재료(10)를 금속기지 탄소나노복합재료로 만들어주는 성형공정으로서, 이는 S21내지 S23의 과정을 거친 후 S24와 같은 금속기지 탄소나노복합재료로 제조된다.
- [0065] S21은 복합재료를 주조(Casting)하는 과정으로서, 이를 통해 금속기지물질에 탄소나노소재가 섞어질 수 있다.
- [0066] S22는 주조(Casting)를 통해 얻어진 금속기지 탄소나노복합재료를 롤링(Rolling)하는 과정으로서, 이를 통해 금속기지 탄소나노복합재료는 탄소나노소재가 균일하게 금속기지물질에 섞어진 상태로 전환될 수 있다.
- [0067] S23은 롤링(Rolling)후 금속기지 탄소나노복합재료를 응고하는 과정으로서, 이는 금속기지 탄소나노복합재료를 대기 중에 노출함으로써 이루어진다.
- [0068] S24와 같이 대기 상태에서 응고됨으로써 금속기지 탄소나노복합재료가 제조된다.
- [0069] 도 4는 복합재료(10)가 금속기지 탄소나노복합재료(20)로 제조되는 과정을 나타낸 것으로서, 도시된 바와 같이 복합재료(10)를 주조(Casting)함으로써 금속기지물질(2)에 탄소나노소재(1)가 섞어지고, 이를 다시 롤링(Rolling)해줌으로써 금속기지 탄소나노복합재료(20)가 완성된다.
- [0070] 이러한 금속기지 탄소나노복합재료(20)는 금속기지물질(2)이 응고되어 금속기지(2-1)로 전환된 상태이고, 상기 금속기지(2-1)에는 탄소나노소재 응고면(1-1)이 비교적 균일하게 형성된다.
- [0071] 그러므로, 상기 금속기지 탄소나노복합재료(20)는 탄소나노소재 응고면(1-1)이 금속기지(2-1)에 분포된 상태에 따라 금속기지 탄소나노복합재료 직접 완성될 수 도 있으며, 이러한 경우 금속기지 탄소나노복합재료의 제조 과정이 크게 단축될 수 있고, 특히 신속하면서도 대량으로 제조될 수 있다.
- [0072] 하지만, 복합재료(10)를 이루는 탄소나노소재(1)와 금속기지물질(2)에서는 이들 사이의 밀도 차이가 존재할 수밖에 없고, 특히 탄소나노소재(1)가 갖는 탄소나노 소재끼리의 뭉침(Aggregation)현상이 발생될 수밖에 없다.
- [0073] 이로 인해, S20내지 S24의 과정을 통해 제조된 금속기지 탄소나노복합재료(20)는 금속기지(2-1)에 분포된 탄소나노소재 응고면(1-1)에서 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)이 나타나고, 특히 뭉침(Aggregation)이 금속기지(2-1)의 상부로 크게 쏠릴 수밖에 없다.
- [0074] 그러므로, 금속기지(2-1)에 탄소나노소재 응고면(1-1)이 분포된 금속기지 탄소나노복합재료(20)는 후처리 공정이 요구된다.
- [0075] 후처리 공정 방식은 다양하게 적용될 수 있지만, 본 실시예에서는 소정 크기의 마찰력을 가하면서 한쪽 방향으로 밀어내는 방식인 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)가 적용된다.
- [0076] 도 5는 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)가 수행되는 마찰교반처리장치를 나타낸다.
- [0077] 도시된 바와 같이, 마찰교반처리장치는 마찰력을 가하면서 이동시키는 공구(110)와, 공구(110)가 이동하는 공간을 제공하도록 수직하게 세워진 한쌍의 측판(120)과, 한쌍의 측판(120)이 설치된 베이스(130)로 구성된다.
- [0078] 상기와 같은 마찰교반처리장치가 사용되면, 금속기지 탄소나노복합재료(20)는 한쌍의 측판(120)이 형성하는 공간으로 세팅되고, 금속기지 탄소나노복합재료(20)의 탄소나노소재 응고면(1-1)으로 공구(110)가 위치되며, 작업자는 공구(110)를 누르면서 한쪽 방향으로 밀어줌으로써 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)를 이용한 후처리공정이 수행될 수 있다.
- [0079] 한편, S30은 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)를 이용한 후처리공정으로서, 이는 S31내지 S35의 과정을 거친 후 S40의 금속기지 탄소나노복합재료로 완성된다.
- [0080] S31은 금속기지 탄소나노복합재료(20)에서 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)에 대한 정도를 체크하는 과정으로서, 이를 통해 작업자는 마찰교반처리(FSP)에 대한 작업과정과 방식을 결정한다.

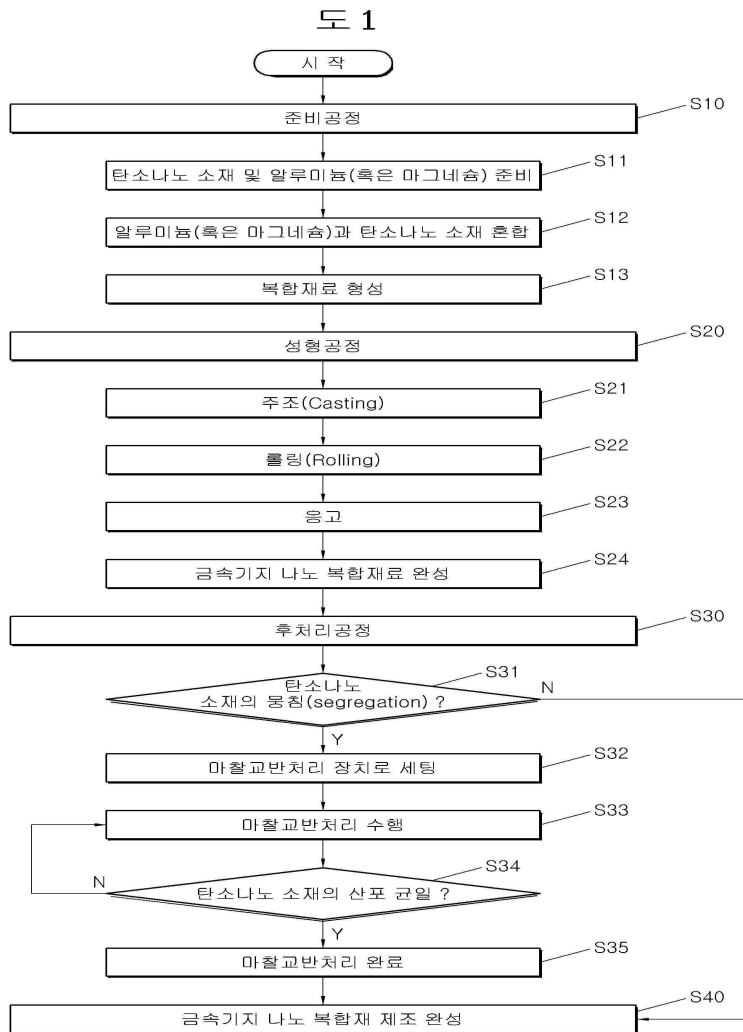
- [0081] S32와 같이 금속기지 탄소나노복합재료(20)를 마찰교반처리장치로 옮겨 마찰교반처리장치에 세팅되면, 이어 S33과 같이 마찰교반처리를 수행함으로써 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)현상을 제거한다.
- [0082] S34는 마찰교반처리가 수행된 후 탄소나노소재의 뭉침(Aggregation)이 제거된 상태를 체크하는 과정으로서, 이를 통해 작업자는 마찰교반처리의 중단여부를 판단한다.
- [0083] S35는 마찰교반처리가 중단됨으로써 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)를 이용한 후처리공정이 완료된 상태이다.
- [0084] S40은 금속기지 탄소나노복합재료가 후처리공정이 수행된 후, 금속기지 탄소나노복합재로 완성된 상태이다.
- [0085] 완성된 금속기지 탄소나노복합재는 탄소나노소재가 뭉침(Aggregation)이 없이 균일하게 산포된 상태로 심어진 상태가 되고, 특히 금속기지 탄소나노복합재의 표면에 교상체(膠狀體, Colloid)의 찌꺼기가 남지 않음으로써 청결한 상태로 제조된다.
- [0086] 도 6은 금속기지 탄소나노복합재료(20)가 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)를 이용해 처리되고, 이를 통해 금속기지 탄소나노복합재(30)로 제조되는 상태를 나타낸다.
- [0087] 도시된 바와 같이, 금속기지 탄소나노복합재료(20)의 탄소나노소재 응고면(1-1)에는 공구(110)가 위치되고, 작업자는 공구(110)를 누르면서 한쪽 방향으로 밀어줌으로써 탄소나노소재 응고면(1-1)의 뭉침(Aggregation)이 없이 균일하게 산포된 상태로 전환된다.
- [0088] 그러므로, 금속기지 탄소나노복합재(30)는 금속기지(2-1)와 이에 심어진 탄소나노소재의 탄소나노소재 마감면(1-2)을 갖는 상태로 완성되고, 상기 탄소나노소재 마감면(1-2)은 그 표면에 교상체(膠狀體, Colloid)의 찌꺼기가 남지 않은 청결한 상태가 유지된다.
- [0089] 이러한 금속기지 탄소나노복합재(30)는 탄소원자들이 SP^2 공유결합에 의해 2차원상으로 배열된 그래핀(Graphene)의 물성을 그대로 유지함으로써, 열전달소재(TIM, Thermal Interface Material)로 활용성이 매우 큰 장점은 그대로 유지되는 특징을 갖는다.
- [0090] 전술된 바와 같이, 본 실시예에 따른 금속기지 탄소나노복합재 제조방법은 탄소나노소재(1)와 용탕 금속기지물질(2)로 이루어진 교상체(膠狀體, Colloid)로 형성된 복합재료(10)가 제조되고, 복합재료(10)가 주조(Casting)되어 금속기지 탄소나노복합재료(20)로 제조되며, 금속기지 탄소나노복합재료(20)가 마찰교반처리(FSP, Friction Stir Process)되어 금속기지 탄소나노복합재(30)로 제조됨으로써 탄소나노소재 함량을 크게 높이고 동시에 그 함량조절도 정확하게 이루어지며, 특히 탄소나노소재의 교상체(膠狀體, Colloid)찌꺼기가 남지 않는 청결상태를 유지할 수 있다.

부호의 설명

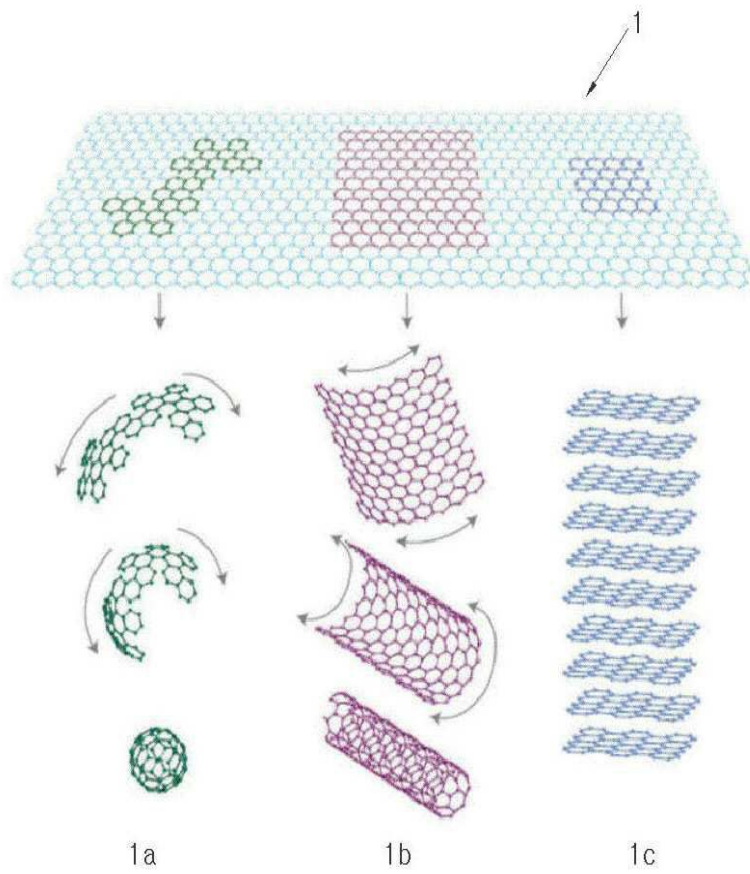
- [0091] 1 : 탄소나노소재 1a, 1b, 1c : 그래핀(Graphene)기반 물질
- 1-1 : 탄소나노소재 응고면
- 1-2 : 탄소나노소재 마감면
- 2 : 금속기지물질 2-1 : 금속기지
- 10 : 복합재료
- 20 : 금속기지 탄소나노복합재료
- 30 : 금속기지 탄소나노복합재

도면

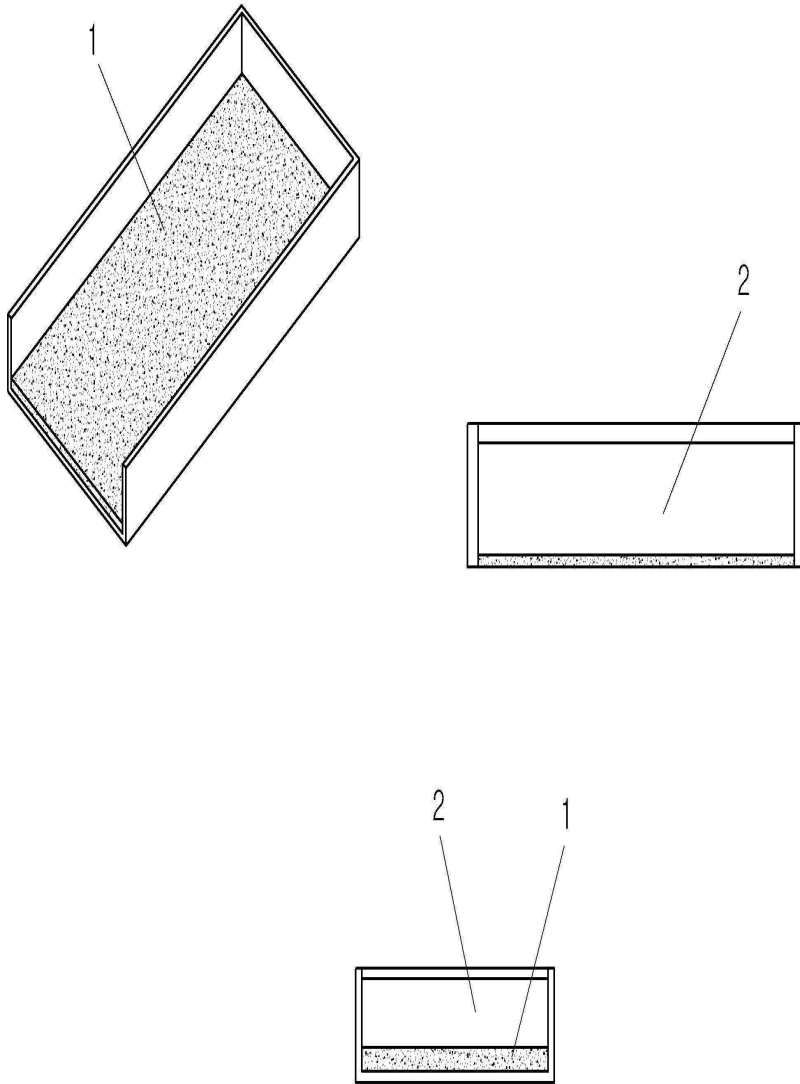
도면1



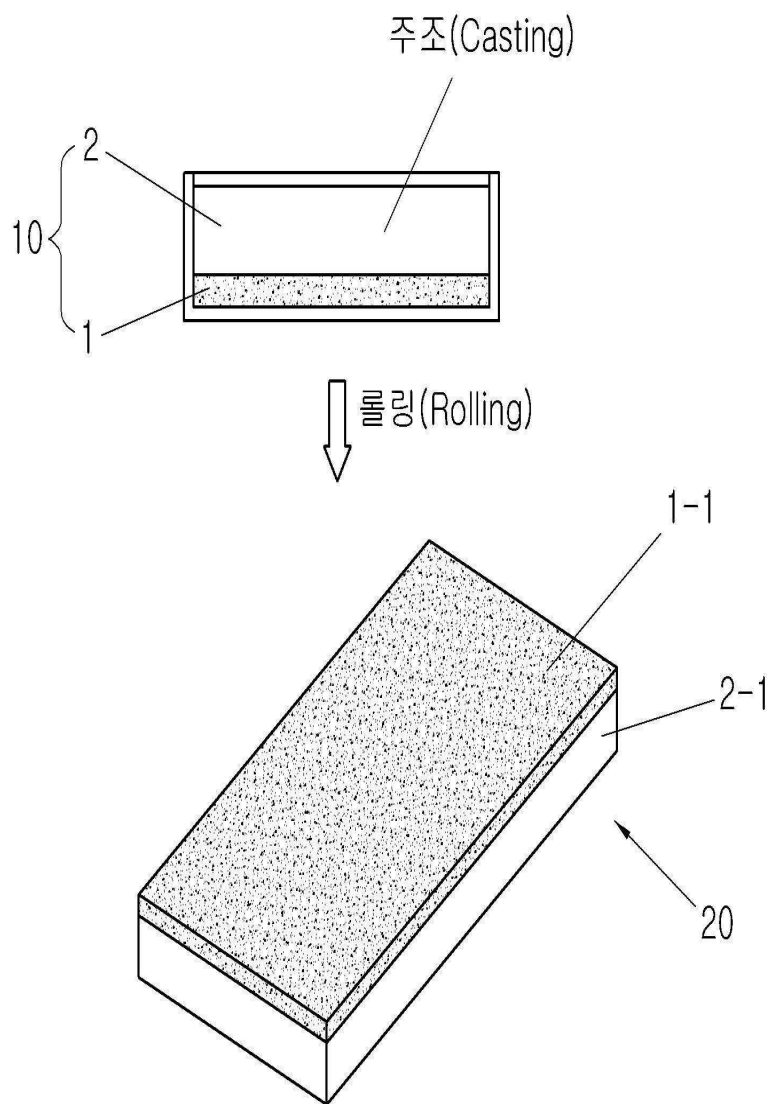
도면2



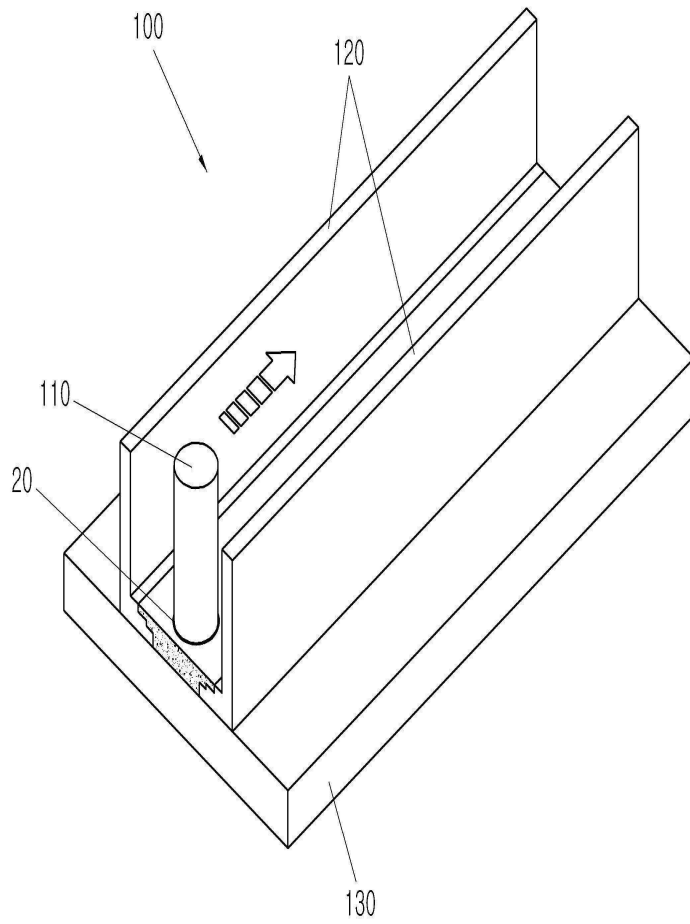
도면3



도면4



도면5



도면6

