

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0009902

(43) 공개일자 2020년01월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61L 27/46 (2006.01) *A61F 2/28* (2006.01)*A61F 2/30* (2006.01) *A61L 27/42* (2006.01)*A61L 27/44* (2006.01) *A61L 27/58* (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61L 27/46 (2013.01)*A61F 2/28* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0084941

(22) 출원일자 2018년07월20일

심사청구일자 2018년07월20일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(주)원바이오테드

광주광역시 광산구 엠코로 35 ,240호(쌍암동)

(72) 발명자

강현철

광주광역시 북구 대자로 55(운암동, 벽산 블루밍
메가씨티)

김주현

광주광역시 광산구 월계로 223-8, 101동 1103호(
쌍암동, 중흥S클래스 리버시티 주상복합 아파트)

이경태

광주광역시 북구 능안로30번길 26(문흥동)

(74) 대리인

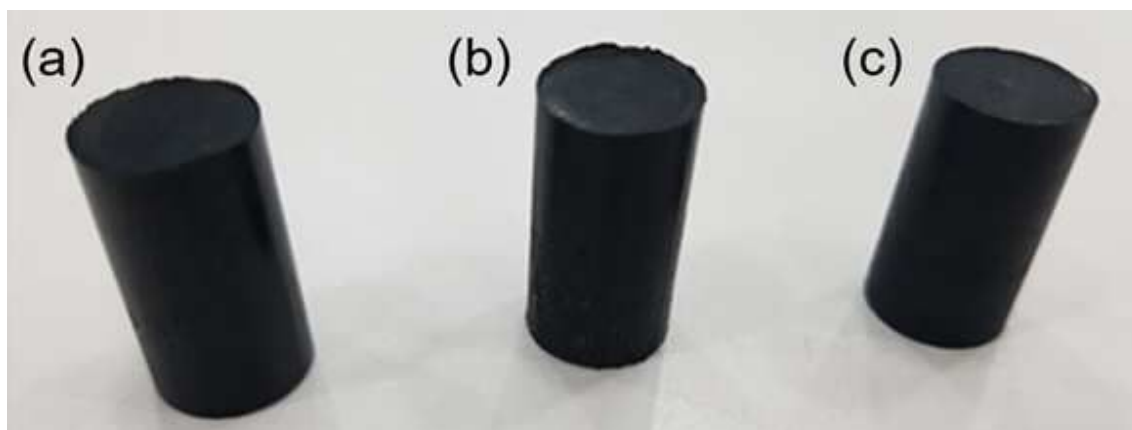
위병갑

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 생분해성 골 조직 접합용 본 블록 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 생분해성 골 조직 접합용 본 블록 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록의 경우 생분해성 고분자인 폴리락틱산(polylactic acid, PLA)과 생체활성물질인 하이드록시 아파타이트(Hydroxy apatite, HA)에 1차원 나노물질인 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT)를 혼합하여 우수한 기계적 물성을 지니며, 또한 나노 구조체 형태로 극미세하게 분산되는 효과가 있으며, 파괴강도 저하의 요인이었던 하이드록시 아파타이트 입자로의 응력집중 현상을 완화시킬 수 있어서, 본 블록이 가져야 할 기본적인 기계적 강도를 향상시킬 수 있고 다양한 형태로 제조할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도5

(52) CPC특허분류

A61F 2/30942 (2013.01)

A61L 27/425 (2013.01)

A61L 27/443 (2013.01)

A61L 27/58 (2013.01)

A61F 2002/2835 (2013.01)

A61F 2002/30957 (2013.01)

A61F 2310/00293 (2013.01)

A61L 2400/12 (2013.01)

A61L 2430/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

하이드록시 아파타이트(Hydroxy apatite, HA) 분말을 하소하는 단계(단계 1);

상기 단계 1의 하소 처리한 하이드록시 아파타이트 분말, 폴리락틱산(polylactic acid, PLA) 분말 및 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT) 분말을 혼합한 후 압출기(extruder)로 압출성형하여 본 칩(Bone-chip)을 제조하는 단계(단계 2); 및

상기 단계 2의 본 칩(Bone-chip)을 가압성형몰드에 넣고 가압성형하는 단계(단계 3);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 골 접합용 본 블록의 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 단계 1은 하이드록시 아파타이트 분말을 600-900℃에서 12-36시간 하소하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 단계 2는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산 분말을 9:1 내지 4:6의 중량비로 혼합하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 단계 2는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산 분말을 8:2 내지 6:4의 중량비로 혼합하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 단계 2는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산 분말의 혼합물 100 중량부 기준 탄소나노튜브 분말을 0.5-10 중량부 혼합하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 단계 2는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산 분말의 혼합물 100 중량부 기준 탄소나노튜브 분말을 2-7 중량부 혼합하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 단계 2는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산 분말의 혼합물 100 중량부 기준 탄소나노튜브 분말을 2.5-5.5 중량부 혼합하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 단계 2는 내부온도 150-220℃, 회전속도 250-450rpm의 압출기로 압출성형하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 단계 3은 120-180℃로 승온 후 가압성형 하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 단계 3은 1,000-3,000 lbs의 압력하에서 1-10분간 가압성형하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 11

제 1항 내지 제 10항 중 어느 한 항의 방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록(bone-block).

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 골 접합용 본 블록은 잭형 (jack), 정제형, 스트립형 (strip), 블록형 (block), 입방체형, 칩형 (chip), 펠릿 형 (pellet), 환약형, 로젠지형 (lozenge), 구형, 링형, 및 이들의 조합으로 구성된 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 골 접합용 본 블록.

청구항 13

제 1항의 제조방법으로 제조된 골 접합용 본 블록을 포함하는 골 재생 유도용 조성물.

청구항 14

제 1항의 제조방법으로 제조된 골 접합용 본 블록을 포함하는 골 접합용 키트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 생분해성 골 조직 접합용 본 블록 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인체의 여러 가지 조직 중에서 뼈와 치아로 대표되는 경조직은 다른 조직과는 구별되는 물리화학적, 생물학적 특성을 지니고 있다. 특히 세포 기질의 구성성분이나 재생에 관여하는 세포의 종류, 그리고 생체 내에서 수행하는 역할은 다른 연조직과는 매우 다르기 때문에 연조직을 재건하기 위해 사용되는 PLA(Polylactic acid), PGA(polyglycolide), PLLA(Poly-L-lactide), PGLA(co-polymer of PLA&PGA) 등의 폴리머 기반 생체재료로 경조직을 재생하는데는 한계가 있다.

[0003] 뼈와 치아를 재건하기 위한 생체 세라믹 소재는 일정기간 인체에 매립되어 손상된 뼈와 치아의 기능을 치료, 대체 또는 회복시키는데 사용된다. 뼈의 무기질 성분인 인산칼슘 화합물 (calcium phosphates) 계열의 수산화아파타이트(hydroxyapatite(HA), $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$)가 대표적인 생체소재이다. 또한 beta-tricalcium phosphate(β -TCP, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) 또한 우수한 생체흡수도를 바탕으로 많이 연구되고 있는 생체 소재이다.

[0004] 최근 이러한 뼈와 치아를 재건하기 위한 복합적인 특성들을 만족시키는 생체 복합소재가 개발되기 시작하고 있다. 즉, 고분자 소재와 세라믹소재를 혼합하여 새로운 형태의 생체 복합소재를 개발하고 있다. 예를 들면 PLA와 HA를 혼합하여 생체소재로 활용하는 방법이 많이 고안되어 있다.

[0005] PLA-HA 복합소재는 생분해성 생체 고분자인 PLA 단독으로 활용되었을 때 나타나는 여러 가지 단점들을 보완할 수 있기 때문에 전 세계적으로 최근 가장 활발히 연구되고 있는 분야이다.

[0006] 현재 연구되고 있는 PLA-HA 복합체의 물성은 물질의 종류뿐만 아니라 원료의 혼합/분산하는 제조 공정에 크게 의존한다. 기지 물질인 PLA에 혼합/분산하고 있는 HA의 균일도나 크기를 제어하는 방법에 따라 기계적인 특성이 크게 달라진다. 또한 HA의 균일도나 크기는 생체조직학적 반응에도 매우 밀접하게 관계되는데, 현재까지 PLA와 HA를 균일하게 나노미터 크기로 혼합/분산하는데 제한이 있다. 생체분해성인 PLA는 유기용매에 매우 잘 녹으며 친수성인데 반하여 HA는 소수성이며 유기용매 환경에서는 결집되어 잘 분쇄된 초기 상태의 HA 분말이 혼합과정에서 응집되는 현상이 발생한다. 또한 기계적인 물성을 좌우하는 파괴요인이 대부분 HA 결집체에서 발생하는 점이 해결해야 할 가장 중요한 요소이다.

[0007] 이에 본 발명자들은 생체적합성 PLA-HA 복합체에 추가로 1차원 나노물질인 Carbon Nanotube(CNT)를 혼합하여 PLA-HA-CNT 복합소재를 개발하여 우수한 기계적 물성을 지닌 bone-block을 제조하는 기술을 개발하였다. CNT를 첨가함으로써 HA와 CNT가 나노구조체 형태로 극미세하게 분산되는 효과가 있고, 파괴강도 저하의 요인이었던 HA 입자로의 응력집중 현상을 완화시킬 수 있어서 bone-block이 가져야 할 기본적인 기계적인 강도를 획기적으로 개선함을 확인함에 따라 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 골 접합용 본 블록의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록(bone-block)을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 또 다른 목적은 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록을 포함하는 골 재생 유도용 조성물을 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명의 다른 목적은 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록을 포함하는 골 접합용 키트를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0014] 본 발명은 하이드록시 아파타이트(Hydroxy apatite, HA) 분말을 하소하는 단계(단계 1);

[0015] 상기 단계 1의 하소 처리한 하이드록시 아파타이트 분말, 폴리락틱산(polylactic acid, PLA)분말 및 탄소나노튜브

브(carbon nanotube, CNT) 분말을 혼합한 후 압출기(extruder)로 압출성형하여 본 칩(Bone-chip)을 제조하는 단계(단계 2); 및

[0016] 상기 단계 2의 본 칩(Bone-chip)을 가압성형몰드에 넣고 가압성형하는 단계(단계 3);

[0017] 를 포함하는 것을 특징으로 하는 골 접합용 본 블록의 제조방법을 제공한다.

[0018] 또한, 본 발명은 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록(bone-block)을 제공한다.

[0019] 나아가 본 발명은 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록을 포함하는 골 재생 유도용 조성물을 제공한다.

[0020] 더 나아가 본 발명은 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록을 포함하는 골 접합용 키트를 제공한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록의 경우 생분해성 고분자인 폴리락틱산(poly-lactic acid, PLA)과 생체활성물질인 하이드록시 아파타이트(Hydroxy apatite, HA)에 1차원 나노물질인 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT)를 혼합하여 우수한 기계적 물성을 지니며, 또한 나노 구조체 형태로 극미세하게 분산되는 효과가 있으며, 파괴강도 저하의 요인이었던 하이드록시 아파타이트 입자로의 응력집중 현상을 완화시킬 수 있어서, 본 블록이 가져야 할 기본적인 기계적 강도를 향상시킬 수 있고 다양한 형태로 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1a는 하소된 HA분말의 SEM 이미지이다.

도 1b는 하소된 HA분말의 XRD 패턴결과이다.

도 2는 압출공정으로 제조한 CNT의 함량(1, 3, 5 wt%)에 따른 PLA+HA+CNT 복합소재 골 접합용 본 칩(실시예 1의 단계 2)의 실시예이다.

도 3은 가압성형 틀의 모식도이다.

도 4는 가압성형기법으로 제조한 PLA-HA 복합소재 본 블록(비교예 1)이다.

도 5는 가압성형기법으로 제조한 PLA+HA+CNT 복합소재 골 접합용 본 블록(실시예 1)이다(a. CNT함량 1wt%, b. CNT함량 3wt%, c. CNT함량 5wt%).

도 6은 PLA+HA+CNT 복합소재 기반 골 접합용 본 블록(실시예 1)의 SEM 단면 이미지이다.

도 7은 PLA+HA+CNT 복합소재 기반 골 접합용 본 블록의 XRD 패턴 결과이다.

도 8은 PLA+HA+CNT 복합소재 기반 골 접합용 본 블록의 기계적 압축강도 측정 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

골 재생용 본 블록의 제조방법

[0028] 본 발명은 하이드록시 아파타이트(Hydroxy apatite, HA) 분말을 하소하는 단계(단계 1);

[0029] 상기 단계 1의 하소 처리한 하이드록시 아파타이트 분말, 폴리락틱산(poly-lactic acid, PLA)분말 및 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT) 분말을 혼합한 후 압출기(extruder)로 압출성형하여 본 칩(Bone-chip)을 제조하는 단계(단계 2); 및

[0030] 상기 단계 2의 본 칩(Bone-chip)을 가압성형몰드에 넣고 가압성형하는 단계(단계 3);

- [0031] 를 포함하는 것을 특징으로 하는 골 접합용 본 블록의 제조방법을 제공한다.
- [0032] 본 발명의 제조방법에 있어서, 하이드록시 아파타이트 분말을 600-900℃에서 12-36시간 하소하는 것을 특징으로 하며, 바람직하게는 하이드록시 아파타이트 분말을 700℃에서 24시간 하소하여 사용할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일실시예에 있어서, 하이드록시 아파타이트(Hydroxy apatite, HA)의 경우 뼈와 유사한 성분으로 구성 되어 있으며, 합성 조건을 변경함으로써 침상, 판상과 같은 다양한 형태와 크기의 나노 구조를 형성할 수 있는 장점을 가지고 있는 나노입자이다.
- [0034] 또한 상기 단계 1의 하이드록시 아파타이트 분말 대신 생체친화적인 세라믹 소재로써 베타상 트리칼슘포스페이트 (β -TCP)를 사용할 수 있으나 이에 제한되지는 않는다.
- [0035] 통상의 HA 분말은 크기가 500 nm ~ 5 마이크론 정도로 매우 다른 크기 분포를 갖는다. 또한 90% 정도의 순도를 가지기 때문에 고분자와의 결합하여 생체 복합소재로 사용했을 경우 물질적 특성이 저하되는 경우가 많다. 통상의 HA 분말은 날카로운 표면과 매우 많은 표면 결함을 가지고 있어 복합소재에 사용되었을 때 응력집중 현상에 의한 강도 저하가 일어나기 쉽다. 따라서 하소과정을 통하여 매끄러운 표면과 표면 결함을 최소화한 HA 분말을 제조할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 2는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산(poly-lactic acid, PLA)분말을 9:1 내지 4:6의 중량비로 혼합할 수 있으며, 바람직하게는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산(poly-lactic acid, PLA)분말을 8:2 내지 6:4의 중량비로 혼합할 수 있으며, 더욱 바람직하게는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산(poly-lactic acid, PLA)분말을 7:3의 중량비로 혼합하여 사용할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 2는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산 분말의 혼합물 100 중량부 기준 탄소나노튜브 분말을 0.5-10 중량부 혼합하여 사용할 수 있으며, 바람직하게는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산 분말의 혼합물 100 중량부 기준 탄소나노튜브 분말을 2-7 중량부 혼합하여 사용할 수 있으며, 더욱 바람직하게는 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산 분말의 혼합물 100 중량부 기준 탄소나노튜브 분말을 2.5-5.5 중량부 혼합하여 사용할 수 있다.
- [0038] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 2는 내부온도 150-220℃, 회전속도 250-450rpm의 압출기로 압출성형하여 본 칩을 제조할 수 있으며, 바람직하게는 내부온도 170-200℃, 회전속도 350rpm의 압출기로 압출성형하여 본 칩을 제조할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 3은 120-180℃로 승온 후 가압성형 하는 것을 특징으로 하며, 상기 단계 3의 온도를 200℃이상 증가하게 되면 고분자 소재인 PLA가 녹기 시작하여 고분자 결합이 끊어져서 강도가 약해지는 단점이 있으며, 또한 120℃ 이하에서는 상기 단계 2의 본 칩(Bone-chip)의 유동성이 결여되어 원하는 모양으로 가압성형하기 어려운 단점이 있다.
- [0040] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 3은 1,000-3,000 lbs의 압력하에서 1-10분간 가압성형하는 것을 특징으로 하며, 바람직하게는 2,500 lbs의 압력하에서 5분 정도 유지할 경우 강도가 증가하는 효과가 있다.
- [0041] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 가압성형이 끝난 후에는 성형 몰드의 압력을 제거하고 냉각과정을 거친다. 성형 몰드를 공냉(공기로 냉각)하면 냉각시간이 늘어나게 되어 고분자 물질인 PLA의 물성이 저하되는 단점이 있다. 따라서 성형 몰드를 급냉한 후 탈형하기 위해서 알코올을 약 1분간 분사하면 탈형 후 자연 건조한다.
- [0043] **골 재생용 본 블록**
- [0044] 본 발명은 상기 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 골 접합용 본 블록(bone-block)을 제공한다.
- [0045] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 골 접합용 본 블록은 잭형 (jack), 정제형, 스트립형 (strip), 블록형 (block), 입방체형, 칩형 (chip), 펠릿 형 (pellet), 환약형, 로젠지형 (lozenge), 구형, 링형, 및 이들의 조합일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0047] 또한, 본 발명은 상기 본 발명의 제조방법으로 제조된 골 접합용 본 블록을 포함하는 골 재생 유도용 조성물을 제공한다.

- [0048] 본 발명은 상기 본 발명의 제조방법으로 제조된 골 접합용 본 블록을 포함하는 골 재생용 키트를 제공한다.
- [0050] 이하, 본 발명을 하기의 실시예에 의하여 더욱 상세하게 설명한다. 단, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0052] <실시예 1> 골 접합용 본 블록 제조
- [0053] 단계 1 : 하이드록시 아파타이트(Hydroxy apatite, HA) 분말을 하소하는 단계
- [0054] HA 분말의 물성을 균일화하고 결함을 최소화하는 단계로서 HA 분말을 700℃ 정도의 온도에서 24시간 동안 전기로에서 하소하였다. 하소 분위기는 1기압의 공기중에서 진행하였다. 하소과정 종료 후에는 상온까지 냉각하여 냉각하였다. 하소된 HA 분말은 불밀을 이용하여 분쇄과정을 거친다. 불밀 시간은 8시간동안 진행하였다. 불밀 과정을 통하여 하소된 HA 분말은 1마이크로 정도의 분말 상태가 되어 PLA와 혼합시 균일하게 분산시킬 수 있다.
- [0055] 도 1에 하소과정을 거친 HA분말의 SEM사진(도 1a)과 XRD 결과(도 1b)를 나타내었다. 하소과정 후 분쇄한 HA 분말의 크기 분포가 1 mm 정도에서 매우 균일한 크기 분포를 나타냈으며, XRD 측정 결과 매우 우수한 결정성을 나타내었으며, XRD 피크는 HA Bragg 피크와 일치하는 것을 확인하였다.
- [0057] 단계 2 : 하소 처리한 하이드록시 아파타이트 분말과 폴리락틱산(poly-lactic acid, PLA)분말 및 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT) 분말을 혼합하고 압출성형하여 본 칩을 제조하는 단계
- [0058] 먼저 PLA와 HA를 각각 7:3의 무게 비율로 정량한다. PLA와 HA의 혼합비는 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5로 혼합할 수 있으나, 가장 최적의 조건인 7:3에서 가장 우수한 기계적 특성을 보인다.
- [0059] 상기 PLA+HA 혼합물을 100wt%으로 환산하고, CNT의 무게분율은 1~5wt%로 설정하였다. 본 발명에서는 1, 3, 5 wt% CNT를 정량하여 혼합하여 기계적 특성을 분석하였다. 상기의 혼합물을 압출기(extruder)를 이용하여 일정모양으로 성형하는 공정으로 상기 압출기를 이용할 경우 압출과정을 1~5번정도 반복함으로써 균일한 분포를 가진 본 블록을 제조할 수 있다. 본 발명에서는 3번의 압출과정을 반복하여 균일한 분포와 함께 기계적 강도를 확보하였다(도 2참조).
- [0060] 압출기 조건 : 170~200℃, 350rpm, 연속압출
- [0062] 단계3: 가압성형몰드를 이용하여 가압성형하여 본 블록(bone-block)을 제조하는 단계
- [0063] 본 발명에서는 원통형의 bone-block을 제조하기 위하여 도면 3과 같은 가압성형 몰드를 제작하여 사용하였다.
- [0064] 가압성형 몰드 내부에 상기 단계 2에서 제조한 본 칩(5)를 채운다. 본 블록(Bone-block)의 높이에 따라 양을 조절해야 하는데, 본 발명에서는 bone-block의 높이를 20 mm로 설정하여 양을 조절하였다. 가압성형 몰드(1)의 온도를 히터(2)를 사용하여 150℃로 승온한 후 30분 동안 유지한다. 가압성형 몰드 내부의 온도를 균일하게 유지하기 위하여 몰드 받침대(4)와 몰드 캡(3)으로 성형 틀을 밀봉하였다.
- [0065] 압축 성형 몰드의 몰드 캡(3)에 압력을 가하여 성형시킨다. 프레스 압력은 1000~3000 lbs 범위가 적당하고 유지시간은 1~10분 정도가 적당하다. 실시예에서는 2500 lbs의 압력 하에서 5분 유지하였다. 이렇게 가압성형하게 되면 강도가 획기적으로 증가한다.
- [0066] 가압성형이 끝난 후에는 성형 몰드의 압력을 제거하고 냉각과정을 거친다. 성형 몰드를 급냉한 후 탈형하기 위해서 알코올을 약 1분간 분사하면 탈형 후 자연 건조하여 골 접합용 본 블록을 제조하였다(도 5 참조).
- [0068] <비교예 1>
- [0069] 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT) 분말을 사용하지 않고 상기 실시예 1의 방법을 사용하여 PLA-HA 본 블록을 제조하였다(도 4참조).

[0071] <실험예 1> 골 접합용 본 블록의 특성평가

[0072] 상기 실시예 1의 골 접합용 본 블록의 특성 평가를 위하여 단면SEM 이미지를 측정하였다. 도면 6의 (a)에 나타낸 바와 같이, 1wt% CNT를 함유한 경우에는 비교예 1의 bone-block과 유사한 단면형상을 나타낸다. PLA 기저에 HA 세라믹 분말이 분포하고 있다. 도면 5(a)에서 움푹 패인 부분이 HA 세라믹 분말이 위치하고 있던 자리이다. 3wt% CNT를 함유한 bone-block의 단면 SEM 사진은 도면 6(b)에 나타내었다. 1wt% 실시예 1과 다르게 HA 분말이 탈락한 경우가 없고 띠모양의 CNT 다발이 관측된다. HA 분말이 탈락되지 않고 PLA 기저에 붙어 있다는 것은 CNT가 PLA와 HA의 결합력을 보완하고 있다는 의미이다. 도면 6(c)에 나타낸 단면 SEM 표면 형상은 매우 매끈하고 탈락된 HA 입자가 거의 보이지 않는다. 단면 형상이 매우 매끈한 것은 파괴과정에서 응력집중이 거의 발생하지 않았다는 것이다. 즉 5wt% CNT가 포함된 본 블록의 경우에는 항복강도 증가보다는 연신율이 증가하여 인성이 증가할 가능성이 높다.

[0073] 상기 실시예 1의 결정성을 알아보기 위하여 XRD 패턴을 측정하였다. CNT의 함유량에 관계없이 결정질 HA의 Bragg 피크가 관찰되었다. 따라서 압출공정 및 가압성형공정을 거치는 동안 HA 분말은 결정질을 유지하고 있음을 알 수 있다.

[0074] 또한, 상기 실시예 1의 기계적 강도를 측정하였다. 압축강도 시험을 진행하였으며 결과는 도면 7에 나타내었다. CNT를 함유하지 않은 비교예 1의 bone-block의 경우에는 58.63 ± 2.03 Mpa의 압축강도를 나타내었다. CNT를 1wt%, 또는 3wt%함유한 bone-block의 경우에는 각각 88.6 ± 32.21 , 85.47 ± 28.69 MPa의 압축강도를 나타내었다. 5wt%의 CNT를 함유한 bone-block의 경우에는 43.97 ± 39.62 Mpa의 압축강도를 나타내었다. 1, 또는 3 wt%의 CNT를 함유한 bone-block은 압축강도가 약 30 MPa정도 증가한 반면 5wt%의 CNT를 함유한 bone-block은 오히려 압축강도가 15 MPa 감소하는 경향을 나타내었다. CNT를 첨가함으로써 압축강도가 50% 이상 향상하는 결과이다.

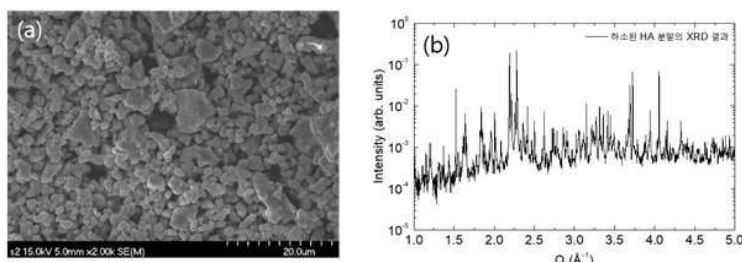
[0076] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0078]
1. 가압성형 몰드(틀)
 2. 히터
 3. 몰드 캡
 4. 몰드 받침대
 5. 본 칩(bone-chip)

도면

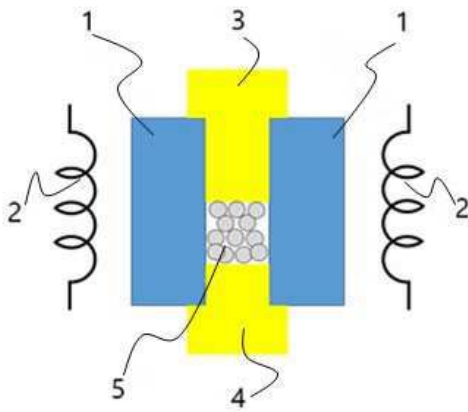
도면1



도면2



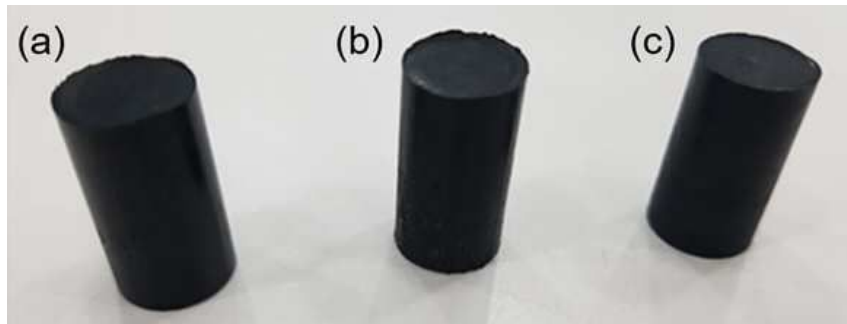
도면3



도면4



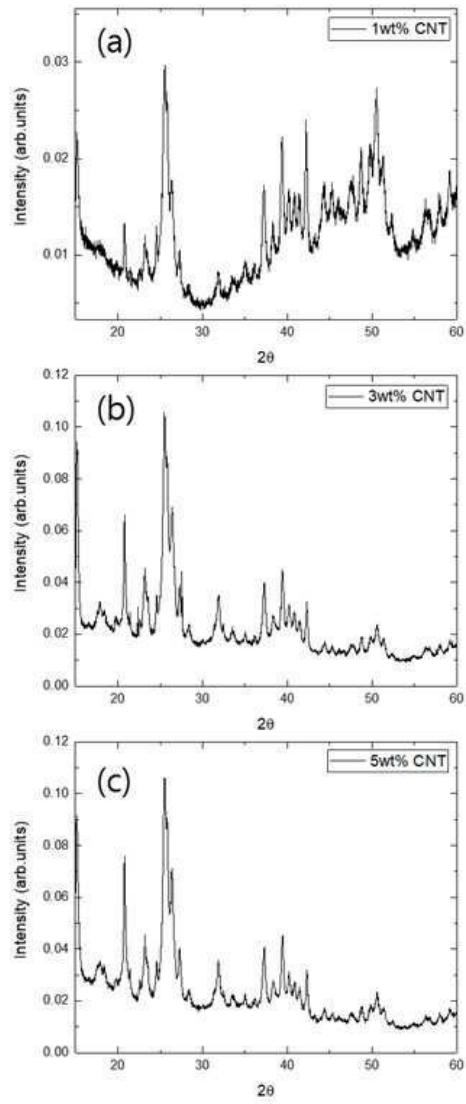
도면5



도면6



도면7



도면8

