



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0027867
(43) 공개일자 2020년03월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10B 53/02 (2006.01) B44C 5/06 (2006.01)
C10B 49/02 (2006.01) C10B 57/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C10B 53/02 (2013.01)
B44C 5/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0135941(분할)
(22) 출원일자 2018년11월07일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2018-0105666
원출원일자 2018년09월05일
심사청구일자 2018년09월05일

(71) 출원인
류성기
경상남도 창원시 성산구 대정로 131, 103동 1201호 (대방동, 대방덕산타운)
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
류성기
경상남도 창원시 성산구 대정로 131, 103동 1201호 (대방동, 대방덕산타운)
서동철
경상남도 진주시 내동로 348번길 10, 113동 1001호
(74) 대리인
특허법인명

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 장식용 바이오차 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명에 따른 장식용 바이오차의 제조방법은, 바이오매스(biomass)가 수용된 챔버 내부에 질소를 공급하거나 챔버 내부를 진공처리함으로써 상기 챔버 내부를 혐기성 상태로 형성하는 제1단계와, 상기 혐기성 상태의 챔버 내부가 미리 설정된 온도 범위가 되도록 열을 가하여 상기 바이오매스를 바이오차로 열분해하는 제2단계를 포함 하되, 상기 온도 범위는 상기 바이오매스에 포함된 셀룰로오스 성분과 헤미셀룰로오스 성분은 완전히 열분해되고, 리그닌 성분이 구성하는 바이오매스 내부의 탄소골격은 유지되는 온도 범위인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도6a



(52) CPC특허분류

C10B 49/02 (2013.01)

C10B 57/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

바이오매스(biomass)가 수용된 챔버 내부에 질소를 공급하거나 챔버 내부를 진공처리함으로써 상기 챔버 내부를 혐기성 상태로 형성하는 제1단계;와

상기 혐기성 상태의 챔버 내부가 미리 설정된 온도 범위가 되도록 열을 가하여 상기 바이오매스를 바이오차로 열분해하는 제2단계를 포함하되,

상기 온도 범위는 상기 바이오매스에 포함된 셀룰로오스 성분과 헤미셀룰로오스 성분은 완전히 열분해되고, 리그닌 성분이 구성하는 바이오매스 내부의 탄소골격은 유지되는 온도 범위인 것을 특징으로 하는 장식용 바이오차의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 열분해된 바이오차의 표면에 액상의 보존액을 도포하여 탄소 골격이 붕괴되지 않은 상태를 유지하면서 바이오차의 비표면적을 증가시키는 제3단계;와

상기 바이오차의 표면에 도포된 보존액을 건조시켜 바이오차의 표면 경도를 증가시키는 제4단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장식용 바이오차의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 열분해된 바이오차의 표면 또는 상기 보존액이 건조된 바이오차의 표면에 도료나 안료를 도포하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장식용 바이오차의 제조방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 의하여 제조된 바이오차;와

상기 바이오차를 내부에 수용하는 투명한 재질의 케이스를 포함하되,

상기 케이스의 일측에는 외부의 공기가 유동될 수 있는 적어도 하나의 개구가 형성된 것을 특징으로 하는 장식용 바이오차.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 장식용 바이오차 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 바이오매스를 열분해하여 바이오차를 제조하는 과정에서 열분해 온도를 제어하여 바이오매스의 골격을 유지하는 성분인 리그닌의 열분해를 최소화함으로써 실내외 장식용 소품으로 활용도가 높은 꽃이나 풀 등과 같은 소형 바이오매스를 바이오차로 제조하는 경우에도 해당 바이오매스의 외형이 견고하게 유지되어 바이오차 특유의 유효한 기능을 유지하면서도 실내외 장식용 소품으로서의 심미감을 제고할 수 있는 장식용 바이오차 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

근래 들어 농업 및 산림 부산물이 매년 다량으로 배출되고 있는데, 이들 중 일부만 소각 처리될 뿐 대부분의 부산물들은 그대로 방치되고 있는 실정이기 때문에 이러한 폐유기물자원을 효과적으로 활용할 수 있는 방안의 마

련이 시급하다.

- [0004] 이를 위하여 최근에는 이들 농업 및 산림 부산물을 공기공급이 제어되는 조건에서 열분해시킬 때 얻어지는 탄소 소재인 바이오차(biochar)로 활용하기 위한 기술이 개발되고 있으며, 이와 같은 바이오차의 제조에 관한 구체적인 내용은 하기 [문헌 1] 등에 상세히 개시되어 있다.
- [0005] 이러한 바이오차는 탄소소재의 특성상 내부에 마이크론 단위의 미세한 기공들이 고밀도로 분포된 구조이기 때문에 일반적으로 방부 효과, 여과 효과, 습도조절 효과, 음이온 발생 효과, 냄새제거 효과 등이 있는 것으로 알려져 있으며, 이로 인하여 종래에는 토양의 보수력 또는 보비력을 향상시키기 위한 농업용 토양 개량제나 여과재로 주로 사용되었다.
- [0006] 최근에는 웰빙 문화가 사회 전반적으로 확대됨에 따라 상술한 바이오차의 유효한 기능들을 가정이나 사무실과 같은 실내 공간에서 활용하기 위하여 바이오차와 유사한 숯을 이용한 여러 가지 다양한 형태의 장식용 인테리어 소품들이 개발되고 있는데, 이에 대한 구체적인 예는 하기 [문헌 2]와 [문헌 3] 등에 상세히 개시되어 있다.
- [0007] 그러나, 하기 [문헌 2]와 [문헌 3] 등에 개시된 숯을 이용한 장식용 인테리어 소품들의 경우 작은 외력에 의해서도 쉽게 부서져 외형을 유지하기 곤란하여 대부분 견고한 재질 내부에 분말이나 입자 형태로 분쇄된 숯이 혼합된 형태로 이루어지거나, 상대적으로 외형을 유지하기 용이한 부피가 큰 원목을 일정 크기로 절단하여 제조한 숯을 화분 등에 그대로 적층하거나 세워놓은 형태로 구성되기 때문에 장식용 소품으로서의 심미감이 크게 저하되는 문제점이 있었다.
- [0008] [문헌 1] 한국공개특허 제2010-0117954호(2010. 11. 4. 공개)
- [0009] [문헌 2] 한국등록실용신안 제20-0457410호(2011. 12. 19. 공고)
- [0010] [문헌 3] 한국공개특허 제2006-0010522호(2006. 2. 2. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 바이오매스를 열분해하여 바이오차를 제조하는 과정에서 열분해 온도를 제어하여 바이오매스의 골격을 유지하는 성분인 리그닌의 열분해를 최소화함으로써 실내외 장식용 소품으로 활용도가 높은 꽃이나 풀 등과 같은 소형 바이오매스를 바이오차로 제조하는 경우에도 해당 바이오매스의 외형이 견고하게 유지되어 바이오차 특유의 유효한 기능을 유지하면서도 실내외 장식용 소품으로서의 심미감을 제고할 수 있는 장식용 바이오차 및 그 제조방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 장식용 바이오차의 제조방법은, 바이오매스(biomass)가 수용된 챔버 내부에 질소를 공급하거나 챔버 내부를 진공처리함으로써 상기 챔버 내부를 혐기성 상태로 형성하는 제1단계와, 상기 혐기성 상태의 챔버 내부가 미리 설정된 온도 범위가 되도록 열을 가하여 상기 바이오매스를 바이오차로 열분해하는 제2단계를 포함하되, 상기 온도 범위는 상기 바이오매스에 포함된 셀룰로오스 성분과 헤미셀룰로오스 성분은 완전히 열분해되고, 리그닌 성분이 구성하는 바이오매스 내부의 탄소골격은 유지되는 온도 범위인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 열분해된 바이오차의 표면에 액상의 보존액을 도포하여 탄소 골격이 붕괴되지 않은 상태를 유지하면서 바이오차의 비표면적을 증가시키는 제3단계와, 상기 바이오차의 표면에 도포된 보존액을 건조시켜 바이오차의 표면 경도를 증가시키는 제4단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 열분해된 바이오차의 표면 또는 상기 보존액이 건조된 바이오차의 표면에 도료나 안료를 도포하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따른 장식용 바이오차는 앞서 설명한 방식에 의하여 제조된 바이오차와, 상기 바이오차를 내부에 수용하는 투명한 재질의 케이스를 포함하되, 상기 케이스의 일측에는 외부의 공기가 유동될 수 있는 적어도

하나의 개구가 형성된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따른 장식용 바이오차는 바이오매스를 열분해하여 바이오차를 제조하는 과정에서 열분해 온도를 제어하여 바이오매스의 골격을 유지하는 성분인 리그닌의 열분해를 최소화함으로써 실내외 장식용 소품으로 활용도가 높은 꽃이나 풀 등과 같은 소형 바이오매스를 바이오차로 제조하는 경우에도 해당 바이오매스의 외형이 견고하게 유지되어 바이오차 특유의 유효한 기능을 유지하면서도 실내외 장식용 소품으로서의 심미감을 제고할 수 있는 장점을 가지게 된다.
- [0020] 따라서, 본 발명에 따른 장식용 바이오차는 스탠드형, 벽걸이형, 상들리에형의 화분, 조명, 액자 등으로 제조될 경우 기존 숯 장식물과 대비할 때 심미감이 현저히 향상됨으로써 소비자의 다양한 구매욕구를 충족시킬 수 있는 장점을 가지게 된다.
- [0021] 또한, 본 발명에 따른 장식용 바이오차는 바이오차의 표면에 보존액 처리를 할 경우 비표면적 증가에 따른 물리적 활성화에 의하여 앞서 설명한 향균, 제습, 냄새 제거 등과 같은 바이오차로서의 유효한 기능들을 증가시킴과 동시에 바이오차의 표면 경도를 더욱 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도1은 본 발명의 일실시예에 따른 장식용 바이오차를 제조하기 위한 장치의 구성을 나타낸 도면,
 도2는 도1에 도시한 장치의 동작구성을 설명하기 위한 블록도,
 도3은 도1에 도시한 장치를 이용한 장식용 바이오차의 제조방법을 설명하기 위한 흐름도,
 도4는 바이오매스의 가열온도에 따른 바이오매스의 주요 구성성분에 대한 열분해 정도를 나타낸 도면,
 도5a와 도5b는 각각 서로 다른 가열온도에 의하여 제조된 바이오차의 내부 구조에 대한 확대사진, 및
 도6a 내지 도6c는 각각 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 장식용 바이오차의 서로 다른 형태를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 이용하여 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0025] 도1은 본 발명의 일실시예에 따른 장식용 바이오차를 제조하기 위한 장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도2는 도1에 도시한 장치의 동작구성을 설명하기 위한 블록도이며, 도3은 도1에 도시한 장치를 이용한 장식용 바이오차의 제조방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0026] 또한, 도4는 바이오매스의 가열온도에 따른 바이오매스의 주요 구성성분에 대한 열분해 정도를 나타낸 도면이고, 도5a와 도5b는 각각 서로 다른 가열온도에 의하여 제조된 바이오차의 내부 구조에 대한 확대사진이며, 도6a 내지 도6c는 각각 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 장식용 바이오차의 서로 다른 형태를 나타낸 도면이다.
- [0027] 본 발명에 따른 장식용 바이오차(biochar)를 제조하기 위한 장치는 챔버부(10), 상기 챔버부(10)의 내부에 열을 공급하는 히터부(60), 및 상기 챔버부(10)의 내부에 보존액을 공급하는 보존액 공급부(30)를 포함하여 구성된다.
- [0028] 또한, 상기 챔버부(10)는 일예로서 내부에 바이오매스(biomass)가 수용되는 내부 챔버(12), 상기 내부 챔버(12)의 외부를 둘러싸는 외부 챔버(11), 상기 내부 챔버와 외부 챔버 사이에 개재되는 보온층(13)으로 구성된다.
- [0029] 이때, 상기 내부 챔버(12)는 스테인레스 스틸과 같은 금속성 재질 또는 내열성 플라스틱 재질 등으로 구성될 수 있으며, 상기 보온층(13)은 후술하는 바와 같이 히터부(60)를 보호하고 온도의 항상성을 유지할 수 있도록 내화 벽돌과 같은 보온성 재질로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0030] 또한, 상기 외부 챔버(11)는 전술한 내부 챔버 및 보온층(13)에서 발생된 열이 외부로 전달되는 것을 방지하기

위하여 절연성 재질로 이루어지는 것이 바람직하다.

- [0031] 본 실시예에서는 상기 챔버부(10)가 3개의 층으로 구성된 경우를 일례로서 설명하였으나 이에 한정되지 아니하며, 필요에 따라서는 동일한 기능을 수행하는 범위내에서는 단일층 또는 2개의 층 등으로 다양하게 구성될 수도 있다.
- [0032] 또한, 도1에서는 명확히 표현되지는 않았으나 상기 챔버부(10)는 바이오매스의 유입 및 바이오차의 유출이 용이할 수 있도록 외부에서 개폐가능한 구조로 구성되는 것이 더욱 바람직하다.
- [0033] 이때, 상기 바이오매스라 함은 장미, 국화, 민들레, 튐립, 해바리기, 안개꽃, 강아지풀, 억새풀, 난 등의 관상용 화훼식물과 같은 소형 바이오매스 뿐만 아니라, 참나무, 소나무, 대나무, 고무 나무 등을 절단한 원목과 같은 대형 바이오매스를 모두 포함한다.
- [0034] 또한, 상기 챔버부(10)에는 외측에서 상기 외부 챔버(11)와 보온층(13)을 관통하여 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)에 설치되어 후술하는 바와 같이 보존액을 내부 챔버(12)의 내부에 공급하는 공급관(50)을 더 구비하며, 상기 공급관(50)의 내부 챔버(12)측 단부에는 공급되는 보존액을 바이오차의 표면에 균일하게 분사하기 위한 복수의 노즐장치(51)가 설치된다.
- [0035] 또한, 상기 히터부(60)는 내부 챔버(12)의 내부에 열을 전달하여 상술한 바와 같이 내부 챔버(12)에 수용된 바이오매스를 바이오차로 열분해하기 위한 것으로서 열선과 같은 통상의 발열수단 등으로 바람직하게 구현될 수 있는데, 후술하는 바와 같이 내부 챔버(12) 내부의 온도조절이 용이하도록 하기 위하여 발열량 제어가 가능하도록 구성되는 것이 바람직하다.
- [0036] 또한, 본 실시예에서는 상기 히터부(60)가 보온층(13)의 내부에 설치되는 경우를 일례로서 설명하였으나 이에 한정되지 아니하며, 필요에 따라서는 내부 챔버(12)의 내부(14)에 직접 설치되도록 구성될 수도 있다.
- [0037] 또한, 상기 보존액 공급부(30)는 내부 챔버(12)에 보존액을 공급하여 상술한 바와 같이 열분해된 바이오차의 표면에 보존액이 막막 형태로 코팅되도록 하기 위한 것인데, 상술한 열분해 이후 고온 상태인 바이오차의 표면에 액상의 보존액이 접촉되면서 바이오차의 비표면적이 증가되어(이때, 리그닌이 형성하는 탄소 골격은 붕괴되지 않은 상태로 유지됨) 물리적으로 활성화될 뿐만 아니라 코팅된 보존액이 건조되면서 바이오차의 표면 경도를 증가시킴으로써 바이오차로 열분해된 바이오매스의 외형이 더욱 견고하게 유지될 수 있도록 한다.
- [0038] 이때, 상기 보존액은 수분이 제거된 바이오차의 표면 경도를 증가시키기 위한 것으로서 피코팅제의 표면 경도를 증가시키는 통상의 보존액을 이용하여 바람직하게 구현될 수 있다.
- [0039] 일례로서, 상기 보존액은 물이나 수용성 유기 용매와 같은 액상 매체에 아크릴레이크 화합물이나 실록산 화합물과 같은 기능성 성분을 혼합한 용액으로 구성될 수 있는데, 상기 수용성 유기 용매는 메탄올, 에탄올, 톨루엔, 아세톤 중 적어도 어느 하나일 수 있고, 상기 기능성 화합물은 메틸(메타)아크릴레이트, 에틸(메타)아크릴레이트, 프로필(메타)아크릴레이트, 부틸(메타)아크릴레이트, 디메틸 실록산, 메틸페닐 실록산, 디페닐 실록산, 메틸페닐메톡시 실록산 중 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0040] 또한, 다른 예로서 상기 보존액은 PVC, 우레탄, 에폭시 수지 등과 같은 투명한 색상의 합성수지, 또는 니스나 락커와 같은 에나멜 등으로 이루어지는 기능성 성분을 알코올 또는 신너와 같은 유기 용매에 희석한 용액으로 구성될 수도 있다.
- [0041] 이를 위하여, 상기 보존액 공급부(30)는 챔버부(10)의 외측에 설치된 보존액저장조(32), 상기 보존액저장조(32)와 공급관(50)을 연결하는 보존액공급관(31), 및 상기 보존액공급관(31)의 중도에 설치되어 보존액저장조(32)의 보존액을 내부 챔버(12)로 공급하거나 차단하는 보존액공급밸브(33)를 포함하여 구성된다.
- [0042] 이때, 상기 보존액공급밸브(33)는 기계식 수동밸브로 구성될 수 있으나, 후술하는 바와 같이 제어부(100)의 제어 동작에 의하여 작동되는 전자식 밸브로 구성될 수도 있다.
- [0043] 또한, 상기 보존액 공급부(30)는 보존액을 일정한 압력으로 공급하기 위한 컴프레서(compressor)와 같은 가압장치(미도시)를 더 구비할 수 있으며, 이는 후술하는 질소공급부(20)의 경우에도 마찬가지이다.
- [0045] 한편, 상술한 바이오매스의 열분해 과정은 공기 중의 산소가 차단된 혐기성 조건에서 이루어지는 것이 바람직한데, 이를 위하여 본 발명에 따른 장식용 바이오차의 제조장치는 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)에 질소를 공급

하기 위한 질소공급부(20) 또는 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)를 진공처리하기 위한 진공펌프부(24)를 더 구비할 수 있다.

[0046] 이때, 상기 질소공급부(20)와 진공펌프부(24)는 어느 하나가 설치될 수도 있으나, 본 실시예에서와 같이 2개 모두 설치될 수도 있다.

[0047] 또한, 본 실시예에서와 같이 2개 모두 설치된 경우 상기 진공펌프부(24)를 이용하여 내부 챔버(12)의 내부(14)를 먼저 진공시킨 후 질소공급부(20)에 의하여 질소를 공급할 수도 있으며, 필요에 따라서는 진공펌프부(24)를 동작시키면서 내부 챔버(12)의 내부(14)에 질소를 공급할 수도 있다.

[0048] 한편, 상기 질소공급부(20)는 챔버부(10)의 외측에 설치된 질소저장조(22), 상기 질소저장조(22)를 내부 챔버(12)의 내부(14) 또는 공급관(50)과 연결하는 질소공급관(21), 및 상기 질소공급관(21)의 중도에 설치되어 질소저장조(22)의 질소를 내부 챔버(12)로 공급하거나 차단하는 질소공급밸브(23)를 포함하여 구성된다.

[0049] 또한, 상기 진공펌프부(24)는 진공관(23)을 통하여 내부 챔버(12)의 내부(14)와 연결되도록 구성된다.

[0050] 이와 같이 구성된 본 발명에 따른 장식용 바이오차의 제조장치는 온도제어 또는 질소가스와 보존액의 공급 등이 사용자에게 의하여 직접 동작되는 수동식으로 구성될 수도 있으나, 본 실시예에서는 후술하는 바와 같이 사용의 편의를 위하여 제어부(100)의 제어신호에 의하여 동작되는 자동식으로 구성하였다.

[0051] 이를 위하여 본 실시예에 따른 장식용 바이오차의 제조장치는 사용자에게 의하여 동작 조건 등이 입력되는 입력부(110), 내부 챔버(12)의 내부 온도를 감지하기 위한 온도센서부(120), 동작시간을 측정하기 위한 타이머부(130), 및 메모리부(140)에 미리 저장된 제어알고리즘에 따라 상기 히터부(60), 질소공급부(20), 보존액 공급부(30), 및 진공펌프부(24)의 동작을 제어하는 제어부(100)를 더 포함하여 구성된다.

[0053] 이하에서는 도3을 참조하여 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예에 따른 장치를 이용하여 장식용 바이오차를 제조하는 방법에 관하여 상세히 설명하기로 한다.

[0054] 먼저, 제어부(100)는 입력부(110)를 통해 동작개시 신호가 입력되면 질소공급부(20)의 동작을 제어하여 바이오매스가 수용된 내부 챔버(12)의 내부(14)에 질소를 공급하게 되는데(S10), 이 경우 상기 제어부(100)는 필요에 따라 진공펌프부(24)를 함께 동작시킬 수도 있다.

[0055] 상기 S10 단계에 의하여 내부 챔버(12)의 내부(14)가 혐기성 상태로 유지되면, 제어부(100)는 히터부(60)를 동작시켜 상기 내부 챔버(12)의 내부(14)에 열을 공급하게 된다(S20).

[0056] 또한, 상기 제어부(100)는 내부 챔버(12)가 미리 정해진 설정온도에 도달하도록 히터부(60)를 구동함으로써 상기 바이오매스를 바이오차로 열분해하게 되는데(S30), 이 경우 상기 제어부(100)는 내부 챔버(12)의 온도가 장시간에 걸쳐 서서히 설정온도에 도달하도록 하여 상기 바이오매스가 저속 열분해에 의하여 충분히 분해될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

[0057] 일반적으로, 바이오매스의 경우 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌을 주요 성분으로 구성되는데, 이 중 리그닌은 다각형의 탄소골격을 구성하여 바이오매스의 외형을 지지하는 기능을 수행하는 물질이고, 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스는 리그닌이 형성하는 다각형의 탄소골격 내부를 채우는 형태로 구성된다.

[0058] 이러한, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌은 가열온도에 따라 열분해 정도가 달라지는데, 도4에는 일례로서 장미꽃에 대하여 가열온도에 따른 각 성분의 열분해 정도를 나타내었다.

[0059] 도4에서 보는 바와 같이 리그닌의 경우 초기 100 내지 200℃의 저온에서 다른 성분보다 열분해가 먼저 이루어지지만, 열분해 정도가 크지 않아서 800℃ 이상의 고온에서도 전체 함량 중 일부만 열분해가 이루어지는 특성을 나타낸다.

[0060] 반면에, 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스의 경우 100 내지 200℃의 저온에서는 리그닌과 대비할 때 상대적으로 열분해가 잘 이루어지지 않지만 약 300℃ 이상부터 열분해가 급격히 이루어짐으로써 약 350 내지 400℃에서는 전체 함량의 대부분이 열분해되는 특성을 나타낸다.

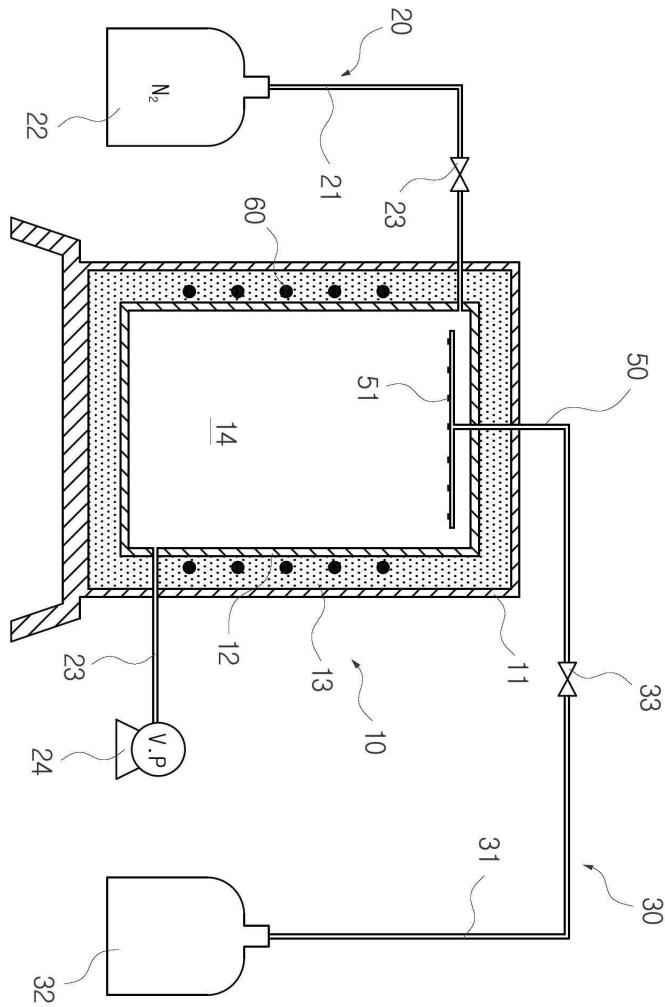
[0061] 이와 같은, 바이오매스의 각 성분별 온도에 따른 열분해 특성을 시험적으로 확인하기 위해 본 실시예에서는 장미꽃에 대하여 700℃의 온도에서 완전히 열분해한 경우와 400℃에서 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스 성분만을 열분해한 경우에 대하여 얻어진 바이오차의 내부 구조를 전자현미경으로 관찰하였으며, 그 결과를 각각 도5a와 도

5b에 도시하였다.

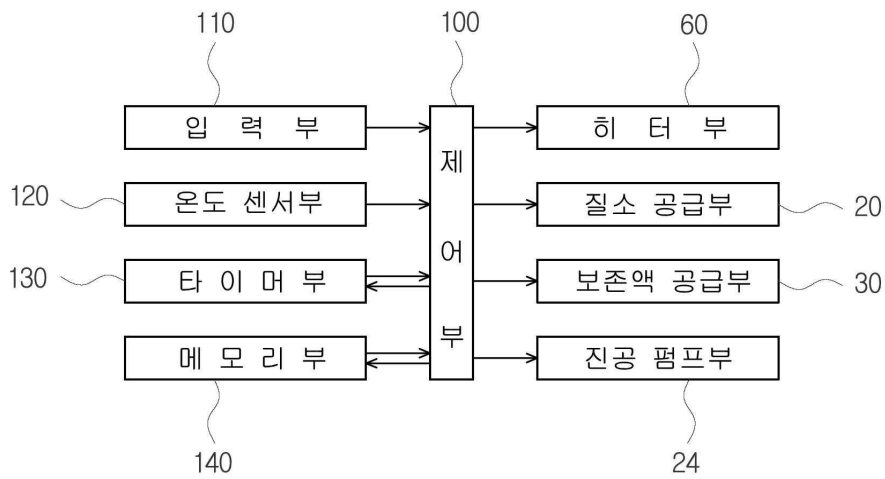
- [0062] 약 700℃의 온도에서 열분해하여 얻어진 장미꽃 바이오차의 경우 도5a에서 보는 바와 같이 리그닌 성분까지 상당량 열분해됨으로써 바이오매스 내부의 탄소골격이 대부분 붕괴되어 있는 것으로 나타났으며, 그 결과 바이오차의 외형도 장미꽃의 형체를 유지할 수 없을 뿐만 아니라 작은 외력에 의해서도 쉽게 부서지는 것을 확인할 수 있었다.
- [0063] 반면에, 약 400℃의 온도에서 열분해하여 얻어진 장미꽃 바이오차의 경우 도5b에서 보는 바와 같이 리그닌 성분의 열분해가 최소화됨으로써 바이오매스 내부의 탄소골격이 견고하게 유지되고 있는 것으로 나타났으며, 그 결과 바이오차의 외형도 장미꽃의 형체를 온전하게 유지하고 있을 뿐만 아니라 외력에 의해서 쉽게 부서지지 않을 정도의 경도를 가지는 것을 확인할 수 있었다.
- [0064] 또한, 도5b에서 볼 수 있는 바와 같이 약 400℃의 온도에서 열분해된 바이오차의 경우에도 탄소골격에 의하여 형성하는 미세 기공들은 도5a와 마찬가지로 나타나고 있기 때문에, 400℃의 저온에서 열분해된 바이오차는 바이오매스의 외형을 유지할 수 있을 뿐만 아니라 앞서 설명한 미세 기공의 분포에 의한 바이오차의 유효한 기능도 유지할 수 있는 것으로 확인되었다.
- [0065] 본 발명은 이와 같은 바이오매스의 구성성분별 열분해 특성 차이를 이용한 것으로서, 바이오매스를 열분해하여 바이오차를 제조하는 과정에서 열분해 온도를 제어하여 바이오매스의 구성성분 중 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스는 완전히 열분해하면서도 바이오매스의 탄소골격을 유지하는 성분인 리그닌의 열분해는 최소화함으로써 바이오매스를 바이오차로 제조하는 경우에도 해당 바이오매스의 외형이 견고하게 유지될 수 있도록 하는 것을 발명의 특징으로 한다.
- [0066] 이를 위하여 본 실시예에서는 일례로서 상기 바이오매스가 장미꽃인 경우에 상기 S30 단계에서 상기 설정온도를 350 내지 450℃의 온도 범위로 설정하되, 상기 내부 챔버(12)의 온도가 분당 수 내지 수십 ℃의 속도로 상승하도록 하여 3시간 내지 5시간에 걸쳐 상기 설정온도에 도달할 수 있도록 구성하였다.
- [0067] 이때, 상기 S30 단계에서의 설정온도는 열분해되는 바이오매스의 종류에 따라 다르게 설정되는 것이 바람직한데, 구체적으로는 해당 바이오매스에 포함된 셀룰로오스 성분과 헤미셀룰로오스 성분은 완전히 열분해되고, 리그닌 성분이 구성하는 바이오매스 내부의 탄소골격은 유지되는 정도의 온도 범위로 설정되는 것이 더욱 바람직하다.
- [0068] 상기 S30 단계가 완료되면, 상기 제어부(100)는 내부 챔버의 온도가 미리 설정된 상기 설정온도에 도달하였는지 여부를 판단하고(S40), 도달하지 않은 경우이면 S30 단계를 반복하여 전술한 방식으로 내부 챔버(12)의 가열 및 바이오매스의 저속 열분해가 이루어지도록 히터부(60)의 동작을 제어하게 된다.
- [0069] 반면에, 상기 S40 단계의 판단결과 내부 챔버(12)가 설정온도에 도달한 경우이면 제어부(100)는 이후 단계에서 해당 바이오매스의 열분해가 완료되는 시간(일례로서, 3시간 내지 5시간)동안 내부 챔버(12)가 설정온도로 유지될 수 있도록 히터부(60)의 동작을 제어하게 된다(S50).
- [0070] 또한, 상기 S50 단계가 완료되면 제어부(100)는 히터부(60)의 동작을 정지시키고(S60), 바이오차의 표면에 보존액이 분사될 수 있도록 상기 보존액 공급부(30)의 동작을 제어한다(S70).
- [0071] 이 경우 상기 공급되는 보존액은 노즐을 통해 분사되는 과정에서 내부 챔버(12)의 잔열에 의하여 기화되기 때문에 바이오차의 표면에는 거의 수증기의 형태로 분사되게 된다.
- [0072] 또한, 전술한 바와 같이 상기 보존액 분사에 의하여 상기 S30 단계 내지 S50 단계에 의하여 생성된 바이오차는 비표면적이 크게 증가되는 물리적 활성화 과정을 거치게 되며, 이후 바이오차의 표면에 분사된 보존액은 잔열에 의하여 건조되면서 보존액에 포함된 기능성 성분이 바이오차의 표면에 코팅됨으로써 해당 바이오차의 표면 경도를 더욱 증가시키게 된다(S80).
- [0073] 본 실시예에서는 일례로서 상기 S70 단계와 S80 단계에서 보존액을 이용하여 바이오차를 물리적으로 활성화시키고 바이오차의 표면 경도를 더욱 증가시키도록 구성하였으나 이에 한정되지 아니하며, 필요에 따라서는 상기 S70 단계와 S80 단계를 생략하거나 S70 단계에서 물을 이용하여 바이오차를 물리적으로 활성화시키고 S80 단계는 생략하도록 구성될 수도 있다.
- [0074] 상술한 바와 같은 방법에 의하여 제조되는 본 실시예에 따른 장식용 바이오차는 열분해 온도를 제어하여 바이오매스의 골격을 유지하는 성분인 리그닌의 열분해를 최소화함으로써 실내의 장식용 소품으로 활용도가 높은 꽃이

도면

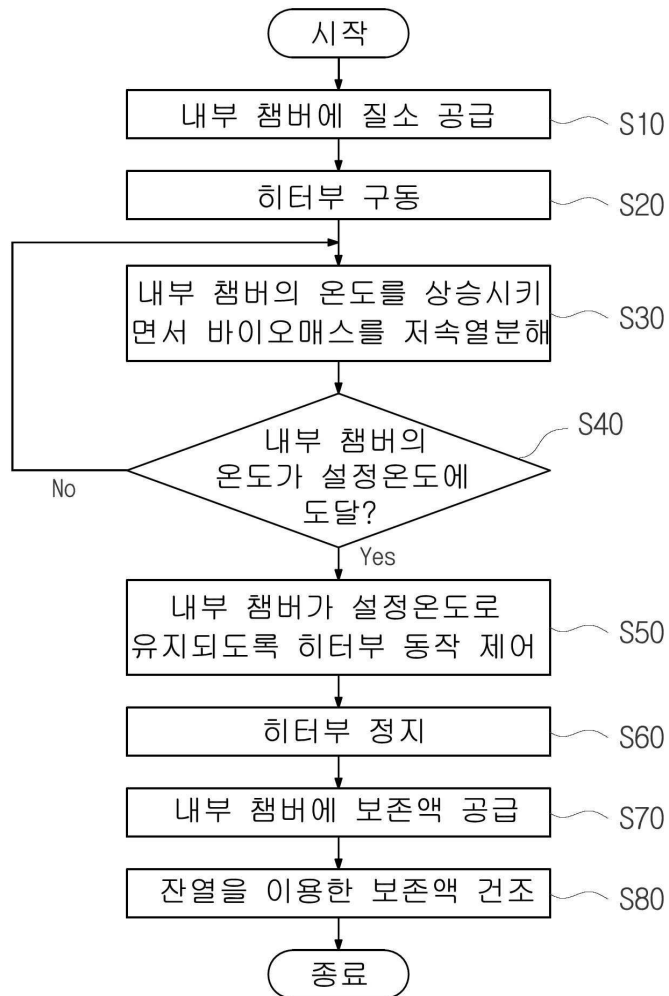
도면1



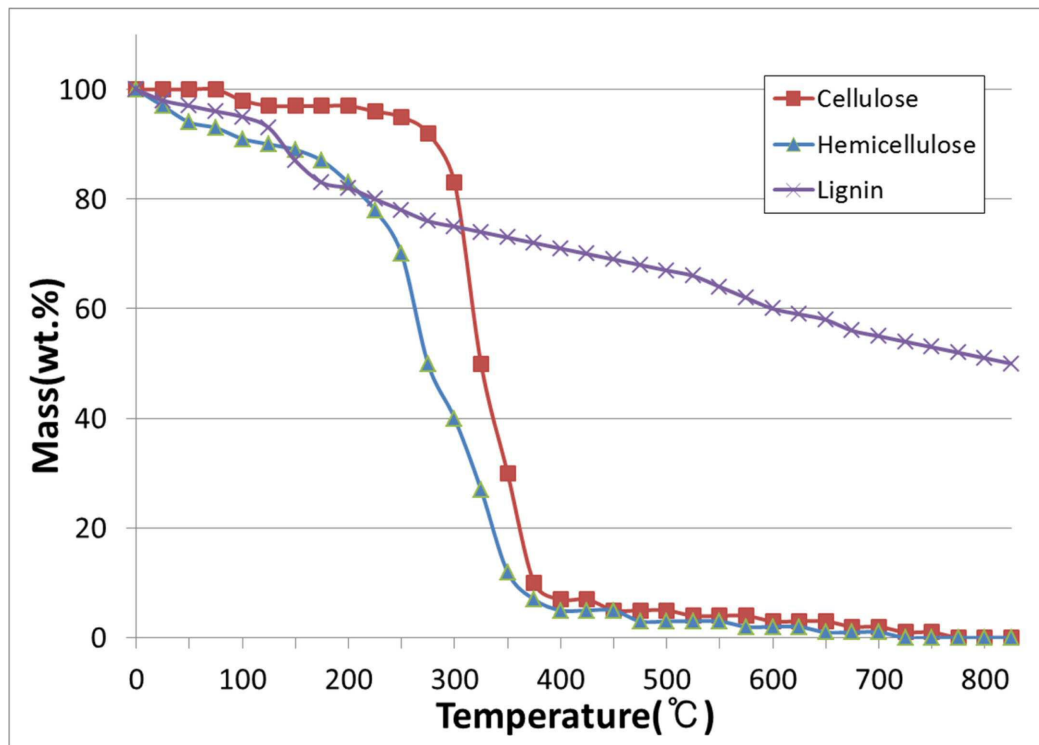
도면2



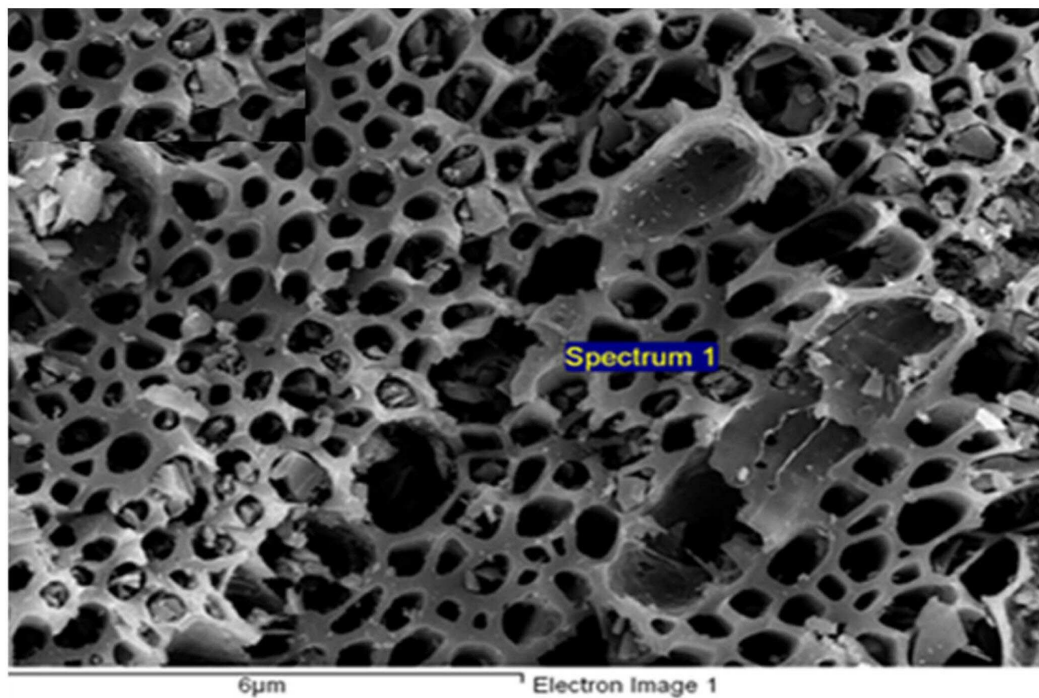
도면3



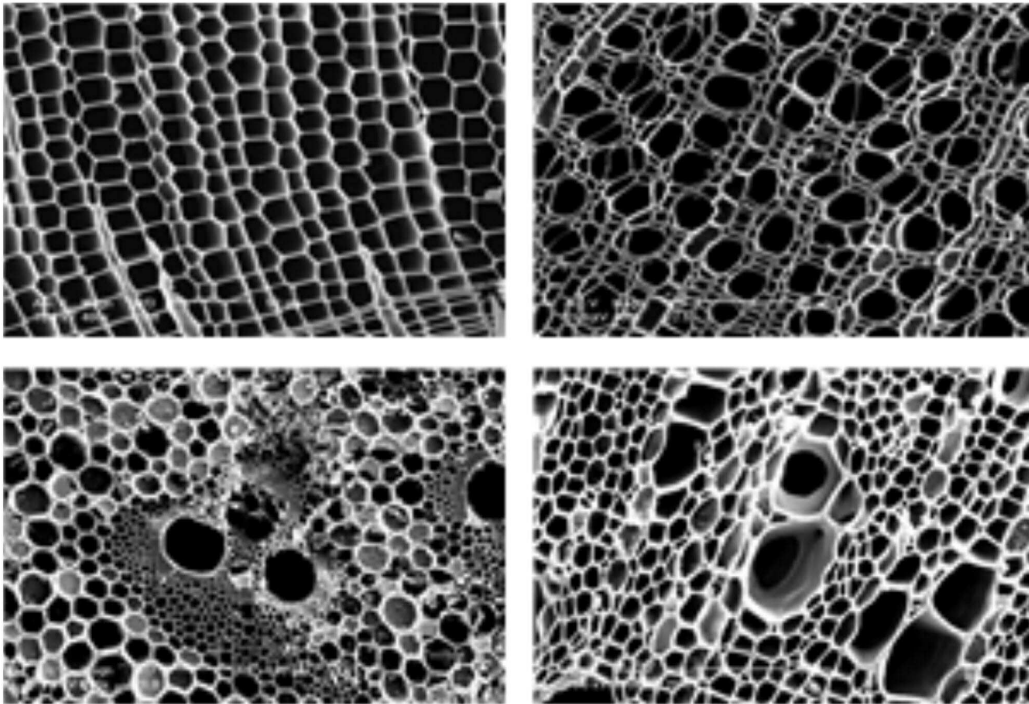
도면4



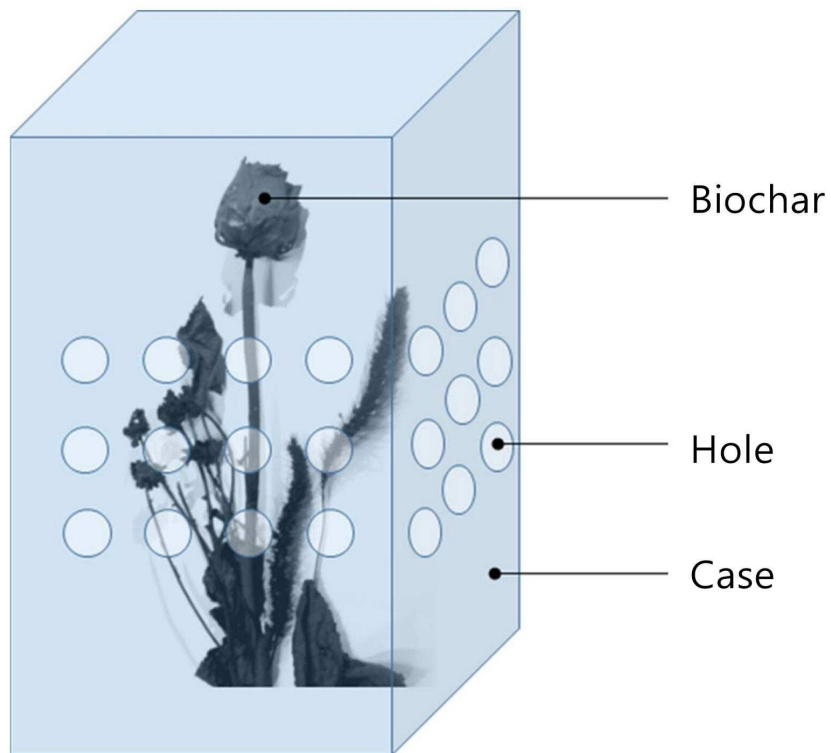
도면5a



도면5b



도면6b



도면6c

