



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월10일
(11) 등록번호 10-2132729
(24) 등록일자 2020년07월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 70/48 (2018.01) B29C 70/54 (2006.01)
C08J 9/06 (2006.01) C08K 9/08 (2006.01)
C08L 67/04 (2006.01) B29K 105/00 (2006.01)
B29K 67/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B29C 70/48 (2013.01)
B29C 70/54 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0030695
(22) 출원일자 2019년03월18일
심사청구일자 2019년03월18일
- (56) 선행기술조사문헌
KR101940899 B1
KR1020150027783 A
JP2014162999 A
- (73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
- (72) 발명자
박영빈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
심윤보
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
차상협
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
- (74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 임도경

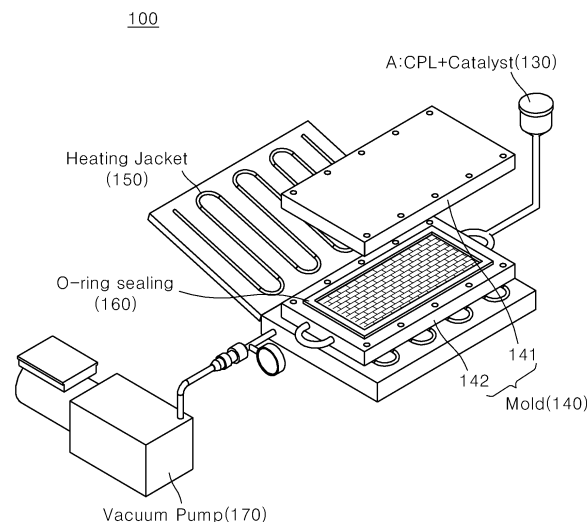
(54) 발명의 명칭 복합재료 성형방법 및 복합재료 성형장치

(57) 요약

본 발명은 복합재료 성형방법에 관한 것으로, 본 발명은 몰드 내 활성제(Activator)가 코팅된 복합재료용 섬유부재를 준비하는 단계; 촉매제(Catalyst) 및 반응성 카프로락탐(CPL, Caprolactam)이 혼합된 액체상의 열가소성 용융체를 상기 몰드에 주입시켜, 상기 활성제와 상기 열가소성 용융체가 중합반응 되도록 하여 복합재료를 성형하는 단계를 포함하는 복합재료 성형방법을 제공한다.

본 발명에 의하면, 활성제와 촉매제에 의한 반응성 카프로락탐의 중합반응이 몰드 내에서 이루어짐으로써, 용융탱크와 몰드 사이에 형성되는 주입 경로의 점도가 일정하게 유지되어 연속적인 공정이 가능하다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C08J 9/06 (2013.01)

C08K 9/08 (2013.01)

C08L 67/04 (2013.01)

B29K 2067/046 (2013.01)

B29K 2105/0014 (2013.01)

C08J 2477/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415159670

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 창의산업거점기관지원(R&D)

연구과제명 경량 복합재 고속성형 공정기술 기반구축

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2018.07.01 ~ 2019.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

몰드 내 활성화제(Activator)가 코팅된 복합재료용 섬유부재를 준비하는 단계;

촉매제(Catalyst) 및 반응성 카프로락탐(CPL, Caprolactam)이 혼합된 액체상의 열가소성 용융체를 상기 몰드에 주입시켜, 상기 활성화제와 상기 열가소성 용융체가 중합반응 되도록 하여 복합재료를 성형하는 단계를 포함하는 복합재료 성형방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 복합재료용 섬유부재를 준비하는 단계는,

복합재료용 섬유부재에 상기 활성화제를 코팅하는 단계; 및

상기 활성화제가 코팅된 상기 복합재료용 섬유부재를 상기 몰드 내에 안치시키는 단계를 포함하는 복합재료 성형 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 복합재료용 섬유부재를 준비하는 단계는,

상기 몰드 내에 형성된 성형공간의 부피를 측정 또는 제공받는 단계;

상기 섬유부재의 부피를 측정 또는 제공받아, 상기 성형공간의 부피와 상기 몰드 내 형성되는 성형공간의 부피 차를 이용하여 상기 반응성 카프로락탐, 상기 활성화제 및 상기 촉매제로 구성되는 중합체의 부피를 산출하는 단계;

상기 산출된 중합체의 부피에서 기설정된 상기 중합체의 밀도를 토대로 상기 중합체의 질량을 산출하는 단계;

상기 산출된 중합체의 질량을 기설정된 상기 반응성 카프로락탐, 상기 활성화제 및 상기 촉매제의 구성 비율로 나누어 활성화제 용액에 용해되어 상기 섬유부재의 코팅에 사용되는 상기 활성화제의 질량을 산출하는 단계;를 포함하는 복합재료 성형방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 활성화제를 코팅하는 단계는,

상기 섬유부재를 사이징 용액에 함침하는 단계; 및

상기 사이징 용액에 함침된 섬유부재를 활성화제 용액에 함침하는 단계를 포함하는 복합재료 성형방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 사이징 용액은 폴리아미드 용액(Polyamide solution)인 복합재료 성형방법.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 활성화제를 코팅하는 단계는,

상기 사이징 용액에 함침된 섬유부재를 열처리하는 단계를 더 포함하는 복합재료 성형방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 활성제를 코팅하는 단계는,

작용기를 증가시키기 위해, 상기 사이징 용액에 함침되어 열처리된 섬유부재를 플라즈마 처리하는 단계를 더 포함하는 복합재료 성형방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

용융탱크에서 상기 반응성 카프로락탐 분말과 상기 촉매제를 함께 가열하여 액체상의 열가소성 용융체를 형성하는 단계를 더 포함하는 복합재료 성형방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 복합재료를 성형하는 단계는,

진공펌프를 이용하여 상기 열가소성 용융체를 상기 몰드 내로 주입하는 단계; 및

상기 열가소성 용융체와 수분의 접촉을 방지하기 위해, 상기 진공펌프를 이용하여 상기 몰드 내 성형공간의 공기를 제거하는 단계를 포함하는 복합재료 성형방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 복합재료를 성형하는 단계는,

가열기가 상기 활성제와 상기 열가소성 용융체에 중합반응되는 온도를 제공하는 단계를 포함하는 복합재료 성형방법.

청구항 11

반응성 카프로락탐(Caprolactam) 분말과 촉매제(Catalyst)를 가열하여 액체상의 열가소성 용융체를 생성하는 용융탱크;

피성형체인 섬유부재를 활성제(Activator)로 코팅하는 코팅기; 및

상기 활성제가 코팅된 섬유부재가 내부에 안치되며, 상기 용융탱크로부터 상기 열가소성 용융체가 주입되어 상기 활성제와 상기 열가소성 용융체의 중합반응에 의해 형성되는 복합재료의 성형공간을 제공하는 몰드를 포함하는 복합재료 성형장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 코팅기는,

상기 섬유부재의 부피와 상기 몰드 내 성형공간의 부피 차를 이용하여 상기 반응성 카프로락탐, 상기 활성제 및 상기 촉매제로 구성되는 중합체의 부피를 산출하고, 기설정된 상기 중합체의 밀도를 토대로 상기 중합체의 부피로부터 상기 중합체의 질량을 산출하며, 상기 산출된 중합체의 질량을 기설정된 상기 반응성 카프로락탐, 활성화제 및 촉매제의 구성 비율로 나누어 활성제 용액에 용해되어 상기 섬유부재의 코팅에 사용되는 상기 활성제의 질량을 산출하는 산출부를 포함하는 복합재료 성형장치.

청구항 13

청구항 11에 있어서,
 상기 코팅기는,
 상기 섬유부재를 사이징 용액에 함침하는 사이징 함침부; 및
 상기 사이징 용액에 함침된 섬유부재를 활성화 용액에 함침하는 활성화 함침부를 포함하는 복합재료 성형장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,
 상기 사이징 용액은 폴리아미드 용액(Polyamide solution)인 복합재료 성형장치.

청구항 15

청구항 13에 있어서,
 상기 코팅기는,
 상기 사이징 용액에 함침된 섬유부재를 열처리하는 열처리부를 더 포함하는 복합재료 성형장치.

청구항 16

청구항 13에 있어서,
 상기 코팅기는,
 상기 사이징 용액에 함침된 섬유부재를 플라즈마 처리하여 작용기를 증가시키는 플라즈마 처리부를 더 포함하는 복합재료 성형장치.

청구항 17

청구항 11에 있어서,
 상기 몰드에 설치되어, 상기 성형공간에 상기 활성화제와 상기 열가소성 용융체가 중합반응되는 온도를 제공하는 가열기를 더 포함하는 복합재료 성형장치.

청구항 18

청구항 11에 있어서,
 상기 열가소성 용융체를 상기 용융탱크로부터 상기 몰드 내로 주입하며, 상기 열가소성 용융체와 수분의 접촉을 방지하기 위하여 상기 몰드 내 성형공간의 공기를 제거하는 진공펌프를 더 포함하는 복합재료 성형장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복합재료 성형방법 및 성형장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 활성화제(Activator)와 촉매제(Catalyst)에 의한 반응성 카프로락탐(CPL, Caprolactam)의 중합반응이 몰드 내에서 형성되게 하여 복합재료의 성형공정이 연속적으로 이루어지게 하는 성형방법 및 성형장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 복합재료란 성분이나 형태가 다른 두 종류 이상의 소재가 거시적으로 서로 간에 구분되는 계면을 가지도록 조합되어 유효한 기능을 가지는 재료를 일컫는다. 그 중 탄소섬유 강화 플라스틱(CFRP, carbon fiber reinforced plastics)은 강도 대비 무게, 내구성, 매우 높은 내부식성이 적절하게 조합된 섬유강화 복합재료이다.

[0003] 탄소섬유 강화 플라스틱의 성형법에는 오토클레이브(AC), 오픈 성형법(semi prepreg, Resin Film Infusion), Filament Winding(FW) Resin Transfer Molding(RTM), Vacuum assisted RTM(VaRTM), Prepreg Compression Molding(PCM), 사출성형법 등이 있으며, 이 중 T-RTM(Thermoplastic-Resin Transfer Molding) 성형방법은 열경화성 수지를 주입하는 대신 열가소성 모노머를 촉매 및 활성화 물질과 함께 주입하고, 금형 내에서 중합하는 방법

이다. T-RTM 성형과정에서 ϵ -카프로락탐 모노머(epsilon-caprolactam monomer)에서 PA6 중합이 주목 받고 있다. 반응성 카프로락탐은 매우 낮은 점도이며, 약 30초 만에 수지를 함침하는 것이 가능하다. ϵ -카프로락탐 모노머와 활성화제 및 촉매제가 각각 들어간 2개의 탱크를 100℃로 가열하여 특수 믹싱헤드(150℃ 가열)에 의해 RTM 성형용 금형에 주입하면 중합(2~5분)이 이루어진다.

[0004] 그러나, 반응성 카프로락탐은 저 점도수이지기 때문에 금형에서의 누설 및 중합 시의 수분과 산소를 차단해야 하는 기술적인 문제는 물론, 활성화제와 촉매제를 각기 반응성 카프로락탐과 함께 용융시킬 수 있는 두 개의 탱크가 필요함으로 인해, 탱크의 온도, 시간 등의 공정 변수들이 그 만큼 증가함으로써, 성형품의 품질을 균일하게 제공하는 것에 어려움이 따른다.

[0005] 또한, 활성화제와 촉매제의 중합반응이 상술한 특수 믹싱헤드에서 이루어지므로 주입 경로 내 점도가 상승하여 성형을 위한 공정을 연속적으로 유지하기가 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 『대한민국등록특허공보 제10-1940899호, 발명의 명칭: t-RTM 성형 장치 및 t-RTM 성형 방법, (공고일: 2019년01월25일, 특허권자: 한국기계연구원)』

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 활성화제와 촉매제에 의한 반응성 카프로락탐의 중합반응이 몰드 내에서 이루어지게 하는 복합재료 성형방법 및 성형장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 몰드 내 활성화제(Activator)가 코팅된 복합재료용 섬유부재를 준비하는 단계; 촉매제(Catalyst) 및 반응성 카프로락탐(Caprolactam)이 혼합된 액체상의 열가소성 용융체를 상기 몰드에 주입시켜, 상기 활성화제와 상기 열가소성 용융체가 중합반응 되도록 하여 복합재료를 성형하는 단계를 포함하는 복합재료 성형방법을 제공한다.

[0009] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은, 반응성 카프로락탐(Caprolactam) 분말과 촉매제(Catalyst)를 가열하여 액체상의 열가소성 용융체를 생성하는 용융탱크; 피성형체인 섬유부재를 활성화제(Activator)로 코팅하는 코팅기; 및 상기 활성화제로 코팅된 섬유부재가 내부에 안착되며, 상기 용융탱크로부터 상기 열가소성 용융체가 주입되어 상기 활성화제와 상기 열가소성 용융체의 중합반응에 의해 형성되는 복합재료의 성형공간을 제공하는 몰드를 포함하는 복합재료 성형장치를 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 의하면 다음과 같은 효과가 있다.

[0011] 첫째, 활성화제와 촉매제에 의한 반응성 카프로락탐의 중합반응이 몰드 내에서 이루어짐으로써, 용융탱크와 몰드 사이에 형성되는 주입 경로의 점도가 일정하게 유지되어 연속적인 공정이 가능하다.

[0012] 둘째, 상기 중합반응이 몰드 내에서 이루어지게 됨으로써, 기존 두 개의 용융탱크와 특수 믹싱헤드의 구성이 단일의 용융탱크로 크게 간소화되어 제조상의 유리함은 물론, 공정 변수를 용이하게 제어할 수 있어 그에 따른 성형품의 품질을 보다 균일하게 제공할 수 있다.

[0013] 셋째, 섬유부재 표면에서 상기 중합반응이 발생하게 함으로써, 섬유부재와 반응성 카프로락탐 간 결합력의 증진을 기대할 수 있다.

[0014] 넷째, 기존 장치를 변경하는 것이 아닌 섬유부재의 전처리 과정을 통해 상술한 중합반응이 이루어지게 함으로써, 기존 RTM(Resin Transfer Molding) 장비를 그대로 호환하여 사용할 수 있는 효과를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 종래의 T-RTM 성형장치를 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합재료 성형장치의 전체적인 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 코팅기와 안착기의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 활성제의 코팅량을 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합재료 성형방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 6은 도 5의 전처리되는 섬유부재를 준비하는 과정을 나타내는 흐름도이다.
- 도 7은 도 6의 전처리되는 섬유부재에 코팅된 활성제의 코팅량을 산출하는 과정을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 도 2에는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합재료 성형장치의 전체적인 구성이 도시되어 있고, 도 3에는 복합재료에 사용되는 섬유부재를 전처리하기 위한 구성들이 개략적으로 도시되어 있다.
- [0017] 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 복합재료 성형장치(100)는, 코팅기(110), 안착기(120), 용융탱크(130), 몰드(140), 가열기(150), 실링부재(160) 및 진공펌프(170)를 포함한다.
- [0018] 코팅기(110)는 피성형체인 섬유부재(F, fiber)의 프리폼에 활성제(Activator)를 코팅하는 것으로, 활성제와 촉매제(Catalyst)에 의한 반응성 카프로락탐(CPL, caprolactam)의 중합반응이 몰드(140) 내에서 이루어지도록, 상기 활성제와 촉매제 중 활성제를 섬유부재(F)의 프리폼에 코팅하여 몰드(140) 내에 안치시킨다.
- [0019] 이러한 전처리 과정을 통해, 기존 T-RTM(Thermoplastic-Resin Transfer Molding) 성형장치의 구성인 활성제 및 반응성 카프로락탐을 수용하는 하나의 용융탱크와, 촉매제 및 반응성 카프로락탐을 수용하는 다른 하나의 용융탱크 그리고, 상기 두 용융탱크에서 용융된 용융체들의 중합반응을 위한 특수 믹싱헤드의 구성을 단일의 용융탱크(130)만으로 크게 간소화시킬 수 있다.
- [0020] 이러한 상기 코팅기(110)는 산출부(111), 사이징(sizing) 함침부(112), 열처리부(113), 플라즈마 처리부(114) 및 활성제 함침부(115)를 포함한다.
- [0021] 산출부(111)는 상기 섬유부재(F) 프리폼에 코팅되는 활성제의 총 질량을 산출하는 것으로, 산출부(111)에 의한 질량 산출 과정은 후술될 도 4에 다시 상세히 설명하기로 한다.
- [0022] 사이징 함침부(112)는 섬유부재(F) 프리폼을 사이징 용액에 1분간 함침(dipping)하여, 활성제가 섬유부재(F) 프리폼의 표면에 코팅될 수 있도록 섬유부재(F) 프리폼 표면을 전처리하는 것으로, 통상적으로 사이징(sizing) 용액으로 사용되며, 열에 의해 빠르게 경화되는 에폭시(epoxy), 폴리우레탄(polyurethane), 폴리아미드(polyamide), 폴리비닐알코올(polyvinyl alcohol, PVA) 등이 사용될 수 있다. 여기서, “사이징(sizing)” 이라는 용어는 섬유의 형성 후 즉시 섬유에 도포되는 조성물을 의미하며, 본 발명에서 사용되는 섬유부재(F) 프리폼은 사이징된 섬유부재(F)를 디사이징(desizing)한 섬유부재를 의미한다.
- [0023] 한편, 본 발명의 일 실시예에서는 폴리아미드 수지를 사이징 용액으로 사용하여 활성제가 섬유부재(F)의 표면에 공고히 코팅되도록 한다. 폴리아미드 수지는 수소결합으로 인해 녹는점이 높고 결정성이 커 섬유 형성능이 좋으며, 활성제의 작용기에 대응되는 작용기를 포함하고 있어 활성제와의 강한 분자 결합력을 제공할 수 있을 것으로 보인다.
- [0024] 다만, 본 발명의 실시예에서는 폴리아미드 수지를 코팅 용액으로 사용되는 것이 바람직하여 코팅 용액을 폴리아미드 수지로 한정하여 설명하고 있으나, 이는 바람직한 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 기술적 사상이 이에 머무는 것이 아님을 명확히 한다.
- [0025] 열처리부(113)는 사이징 용액인 폴리아미드 용액을 180℃에서 5분간 가열하여 빠르게 경화시킴으로써, 폴리아미드 수지와 섬유부재(F) 프리폼의 강한 접착력을 제공한다.
- [0026] 플라즈마 처리부(114)는 활성제가 섬유부재(F) 표면에 더욱 용이하게 코팅될 수 있도록, 열처리된 섬유부재(F)를 플라즈마 처리하여 섬유부재(F) 표면에 사이징된 폴리아미드의 작용기를 증가시킨다. 이때, 플라즈마 처리는 대기압 속에서 플라즈마를 발생시키는 대기압 플라즈마를 의미하나 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것

이 아님을 밝혀둔다.

- [0027] 활성제 함침부(115)는 상술한 플라즈마 처리과정까지 거친 섬유부재(F)를 활성제에 함침시켜 섬유부재(F) 표면에 활성제가 코팅되도록 한다. 이때, 활성제는 고체상태의 활성제를 메탄올(40℃)에 용해시킨 후 상온까지 냉각시켜 상술한 함침과정을 통해 섬유부재(F) 표면에 코팅된다. 여기서, 활성제는 (Hexamethylene-1,6-dicarbamoylcaprolactam)의 화학구조를 갖는 blocked diisocyanate가 사용되는 것이 바람직하다.
- [0028] 한편, 활성제가 코팅된 섬유부재(F)는 선택적으로 플라즈마 처리부(114)를 통해 재차 플라즈마 처리되어 폴리이미드 수지와 활성제의 강한 분자 결합력을 형성할 수 있다.
- [0029] 안착기(120)는 코팅기(110)에 의해 활성제가 코팅되어 전처리된 섬유부재(F)를 몰드(140)의 성형공간(MS)으로 운반하여 안치시킨다.
- [0030] 용융탱크(130)는 반응성 카프로락탐 분말과 촉매제를 함께 가열함으로 열가소성 용융체를 생성하는 것으로, 기존 T-RTM 뿐만 아니라 RTM 성형장치에 사용되는 용융탱크(130)를 호환하여 사용할 수 있다. 여기서, 반응성 카프로락탐은 ϵ -아미노카프로산(caproic acid)의 락탐(lactam)으로, 공업적으로는 시클로헥사논(cyclohexanone) 옥심(oxime)에서 합성되며, 6-나일론(nylon) 제조의 주원료로 사용된다. 여기서, 촉매제는 Sodium-Caprolactamate가 사용되는 것이 바람직하다.
- [0031] 몰드(140)는 활성제가 코팅된 섬유부재(F)를 수용하며, 상기 용융탱크(130)와 수지주입관으로 연결되어 상술한 반응성 카프로락탐 분말과 촉매제가 용융된 열가소성 용융체를 주입받아 중합반응되는 성형공간(MS)을 제공하는 것으로, 상부 몰드(141)와 하부 몰드(142)가 상보적인 형상으로 결합되어 상하부 몰드(141, 142)의 맞물림에 의해 상기 성형공간(MS)을 형성한다.
- [0032] 가열기(150)는 상하부 몰드(141, 142)에 설치된 히팅자켓으로 상하부 몰드(141, 142)를 가열하여 성형공간(MS) 내로 주입된 반응성 카프로락탐의 중합반응이 일어나게 하는 온도를 제공한다. 히팅자켓은 가열용 맨틀로 복잡한 형상의 기구를 균일하게 가열하는 전열기로서 그 상세한 구성은 익히 알려진 공지된 구성들이 사용될 수 있으며, 이에 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0033] 실링부재(160)는 상하부 몰드(141, 142)의 결합을 통해 형성되는 성형공간(MS)을 수밀하기 위한 것으로, 반응성 카프로락탐의 낮은 점도로 인한 누설을 방지하기 위하여 상하부 몰드(141, 142)의 대면 부분에 설치된다.
- [0034] 진공펌프(170)는 몰드(140) 내 성형공간(MS)을 진공상태로 만들어 용융탱크(130)로부터 액체상의 열가소성 용융체를 성형공간(MS) 내부로 유입되도록 하는 것으로, 상술한 유입 기능은 물론, 열가소성 용융체가 성형공간(MS) 내부로 유입되는 과정에서 복합재료가 성형되는 과정까지 성형공간(MS) 내 중합반응 시 불필요한 수분과 산소를 제거하는 역할을 수행한다.
- [0036] 도 4를 참조하여, 이하에서 활성제의 코팅량을 산출하는 방법을 상세하게 설명한다.
- [0037] 도 4를 참조하면, 코팅기(110)의 산출부(111)는 상술한 바와 같이, 섬유부재(F) 프리폼에 코팅되는 활성제의 양을 산출해 내는 것으로, 성형 제품의 부피에 따라 달리 정해지는 활성제의 양을 산출할 필요가 있다.
- [0038] 이를 위해, 산출부(111)는 우선 몰드(140) 내 성형공간(MS)의 부피정보(복합재료의 부피)와 섬유부재(F) 프리폼의 부피정보를 측정 또는 제공받는다. 성형공간(MS)의 부피는 섬유부재(F)와 반응성 카프로락탐, 활성제 및 촉매제로 구성되는 중합체의 부피의 합과 같으므로, 복합재료의 부피에서 섬유부재(F)의 부피를 제외한 나머지 부피를 산출하여 반응성 카프로락탐, 활성제 및 촉매제로 구성되는 중합체의 부피를 산출한다. 여기서, 중합체는 상술한 바와 같이, 반응성 카프로락탐, 활성제, 촉매제의 합을 의미하며, 다시 말해, 복합재료에서 섬유부재(F) 프리폼을 제외한 나머지 성분을 의미한다.
- [0039] 중합체의 부피가 산출되면 기설정된 중합체의 밀도를 이용하여 중합체의 부피로부터 중합체의 질량을 산출해 낼 수 있다. 한편, 중합체는 상술한 바와 같이, 반응성 카프로락탐, 활성제 및 촉매제로 구성되며, 그 비율이 일정하게 정해져 있으므로, 상기 산출된 중합체의 부피와 기설정된 중합체의 밀도를 이용하여 활성제의 질량을 산출해 냄으로써, 상술한 메탄올에 용해되어 형성되는 활성제 용액의 농도를 결정할 수 있다.
- [0041] 도 5 내지 도 7을 참조하여, 본 발명의 복합재료 성형방법에 대해 상세하게 설명한다. 다만, 상술한 내용과 중복되는 내용은 생략하거나 약술하기로 한다.
- [0042] 도 5 내지 도 7을 참조하면, 본 발명의 복합재료의 성형방법은 복합재료용 섬유부재(F)를 전처리하여 활성제와 촉매제에 의한 반응성 카프로락탐의 중합반응이 몰드(140) 내에서 이루어지게 한다.

- [0043] 이를 위해, 본 발명의 복합재료 성형방법은 크게, 활성제가 코팅된 복합재료용 섬유부재(F)를 준비하고, (S1100) 반응성 카프로락탐 분말과 촉매제를 가열하여 열가소성 용융체를 형성하며, (S1200) 활성제가 코팅된 섬유부재(F)와 열가소성 용융체를 몰드(140) 내에서 중합반응시켜 복합재료를 성형하는 과정(S1300)으로 이루어진다.
- [0044] 우선 상기 복합재료용 섬유부재(F)를 준비하는 과정은(S1100), 섬유부재(F)를 전처리하는 과정으로 코팅기(110)를 통해 섬유부재(F)에 활성제를 코팅한 후(S1110), 안착기(120)를 통해 활성제가 코팅된 섬유부재(F)를 몰드(140) 내에 안치시키는 과정(S1120)으로 구성된다.
- [0045] 구체적으로, 섬유부재(F)에 활성제를 코팅하는 과정(S1110)은, 산출부(111)를 통해 복합재료의 크기에 따른 섬유부재(F)의 코팅량을 산출한 후(S1111), 코팅 함침부(112)를 통해 섬유부재(F) 프리폼을 사이징 용액에 함침하고, (S1112) 열처리부(113)를 통해 사이징 용액인 폴리아미드 용액에 함침된 섬유부재(F)를 열처리하여 섬유부재(F)와 폴리아미드 수지의 접착력을 강화시키며, (S1113) 플라즈마 처리부(114)를 통해 열처리된 섬유부재(F)에 플라즈마 처리하여(S1114) 폴리아미드 수지의 작용기를 증가시킨다. 이후, 다시 활성제 함침부(115)를 통해 사이징 용액에 함침된 섬유부재(F)를 활성제 용액에 다시 함침시켜(S1115) 섬유부재(F)에 활성제를 코팅시킨다. 이때, 플라즈마 처리부(114)는 선택적으로 활성제 용액에 함침된 섬유부재(F)를 플라즈마 처리(S1116)하여 폴리아미드 수지와 활성제의 결합력을 증가시킬 수 있다.
- [0046] 여기서, 섬유부재(F)의 활성제 코팅량을 산출하는 과정(S1111)은 산출부(111)가 몰드(140) 내 성형공간(MS)의 부피를 측정 또는 제공받은 후(S1111a), 섬유부재(F)의 부피와 몰드(140) 내 성형공간(MS)의 부피의 차를 이용하여 반응성 카프로락탐, 활성제 및 촉매제로 구성된 중합체의 부피를 산출하며, (S111b) 중합체의 부피가 산출되면 기설정된 중합체의 밀도를 토대로 상기 중합체의 질량을 산출해 낸다. (S111c) 이후, 산출부(111)는 기설정된 반응성 카프로락탐, 활성제 및 촉매제의 구성 비율을 토대로 활성제의 질량을 산출해 내게 된다. (S111d)
- [0047] 한편, 용융탱크(130)에서는 반응성 카프로락탐 분말과 촉매제를 함께 가열하여 액체상의 열가소성 용융체를 생성한다. (S1200)
- [0048] 이와 같은 과정을 통해 기존 T-RTM 성형방법의 두 용융탱크에서 공급되는 활성제와 촉매제가 각각 용융된 반응성 카프로락탐이 특수 믹싱헤드에서 중합반응되던 과정을 상술한 섬유부재(F)의 전처리과정을 이용하여 몰드(140) 내에서 이루어지게 함으로써, 단일의 용융탱크(130)만으로도 상술한 과정을 수행하게 할 수 있다.
- [0049] 이를 통해, 수지 주입 경로의 점도를 일정하게 유지할 수 있어 복합재료의 성형공정을 연속적으로 이루어지게 할 수 있으며, 공정 변수를 줄여 그에 따른 성형품의 품질을 보다 균일하게 제공할 수 있다. 아울러, 중합반응이 섬유부재 표면에서 이루어짐으로써, 섬유부재와 카프로락탐의 결합력의 증가 또한 기대할 수 있다.
- [0050] 아울러, 활성제가 코팅된 복합재료용 섬유부재(F)를 준비하는 과정(S1100)과, 반응성 카프로락탐 분말과 촉매제를 가열하여 열가소성 용융체를 형성하는 과정(S1200)은 동시 또는 어느 과정이 우선적으로 선행되어도 무방함은 물론이다.
- [0051] 활성제가 코팅된 섬유부재(F)가 안착기(120)에 의해 몰드(140) 내 성형공간(MS)에 안치되면, (S1120) 가열기(150)는 활성제와 열가소성 용융체가 중합반응되는 온도를 제공함과(S1310) 동시에 진공펌프(170)는 몰드(140) 내 성형공간(MS)을 진공상태로 만들어 용융탱크(130)의 열가소성 용융체를 몰드(140) 내 성형공간(MS)으로 유입시켜, (S1320) 복합재료를 성형한다. (S1300) 한편, 진공펌프(170)는 복합재료를 성형하는 과정(S1300)의 각 단계 사이에 즉, 지속적으로 몰드(140) 내 성형공간(MS)을 진공상태로 만들어 수분과 산소를 제거한다.
- [0053] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0054]
- | | |
|-----------------|---------------|
| 100 : 복합재료 성형장치 | |
| 110 : 코팅기 | 111 : 산출부 |
| 112 : 사이징 함침부 | 113 : 열처리부 |
| 114 : 플라즈마 처리부 | 115 : 활성제 함침부 |
| 120 : 안착기 | 130 : 용융탱크 |

140 : 몰드

141 : 상부몰드

142 : 하부몰드

150 : 가열기

160 : 실링부재

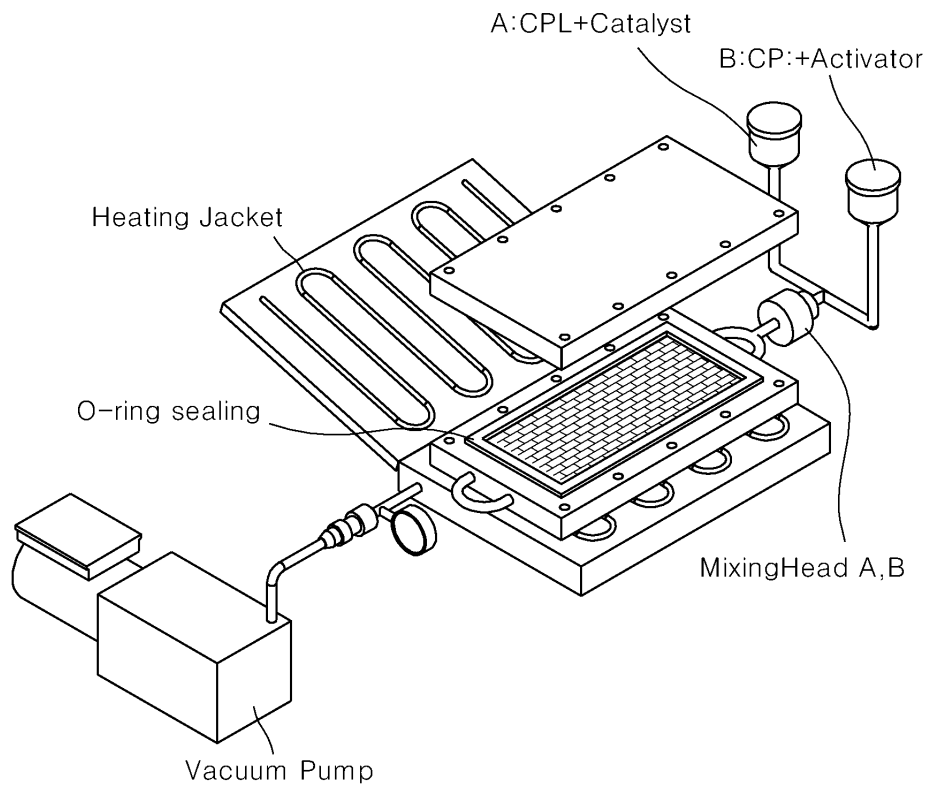
170 : 진공펌프

MS : 성형공간

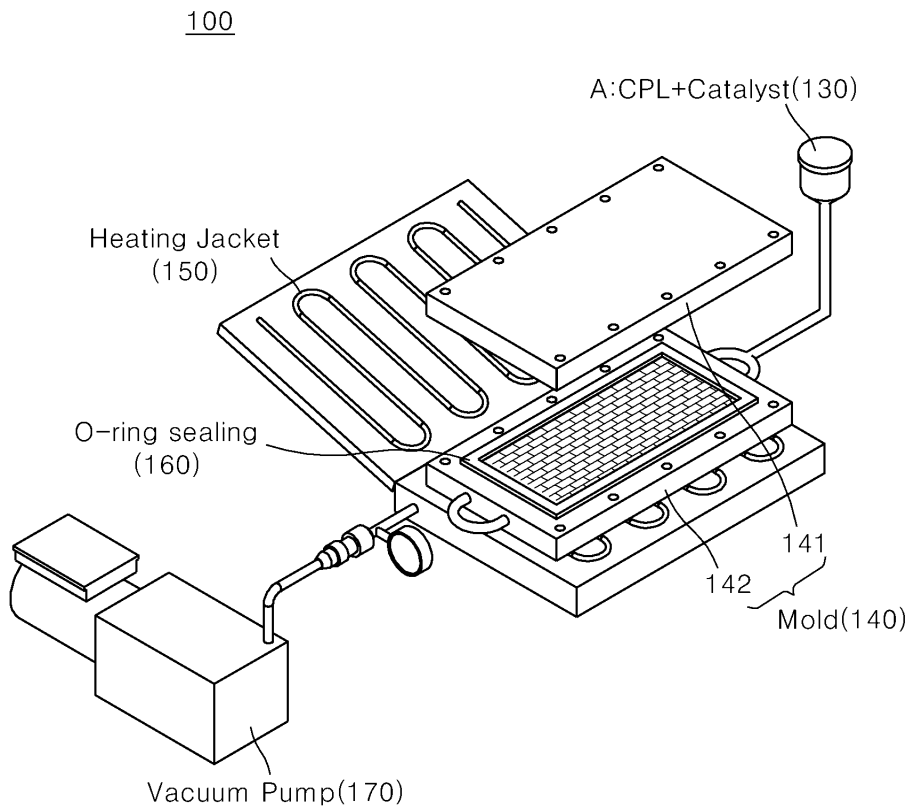
F : 섬유부재

도면

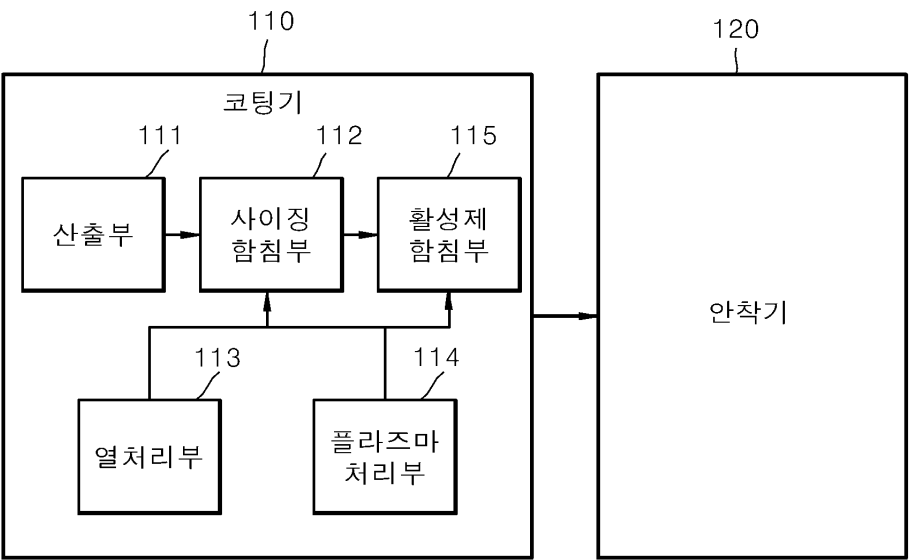
도면1



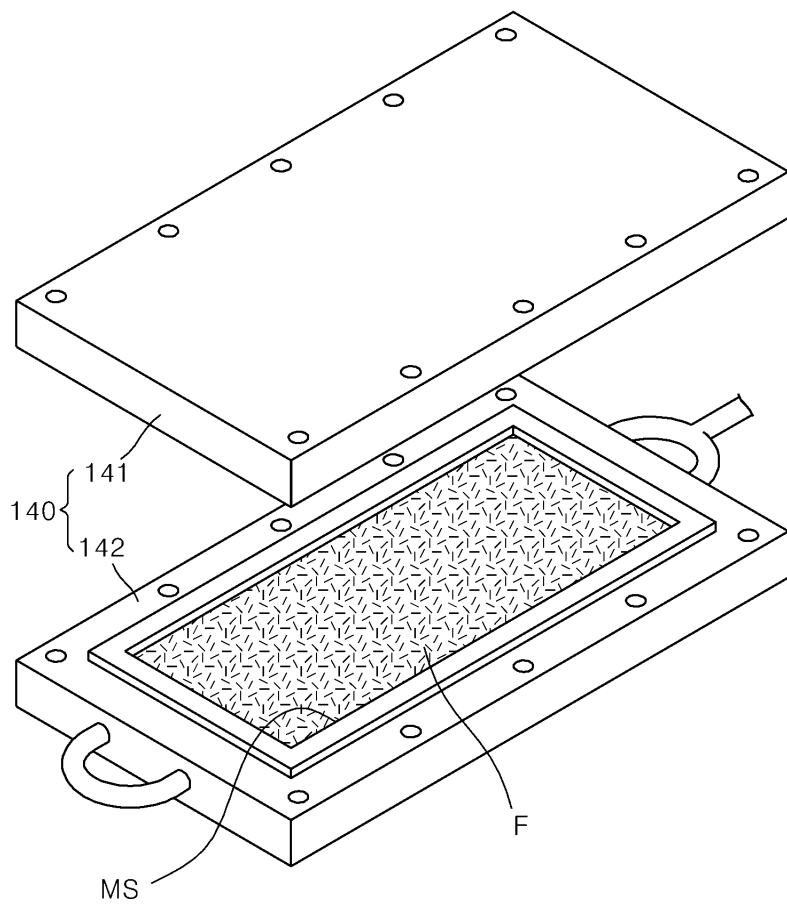
도면2



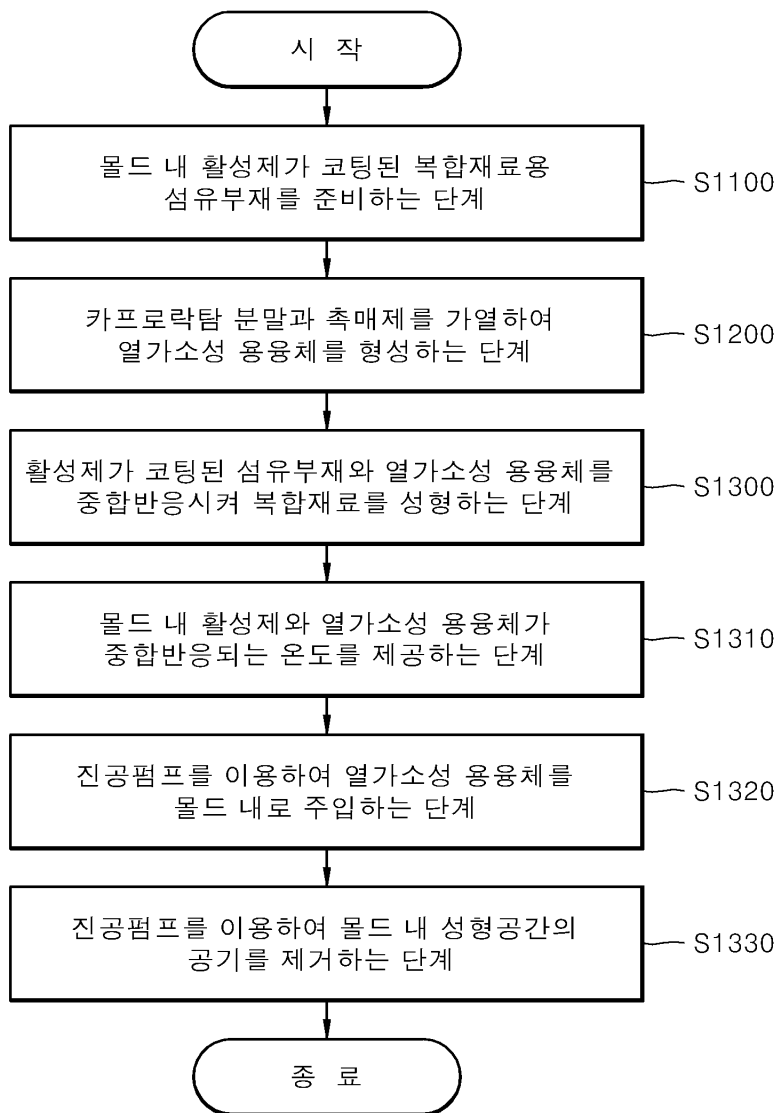
도면3



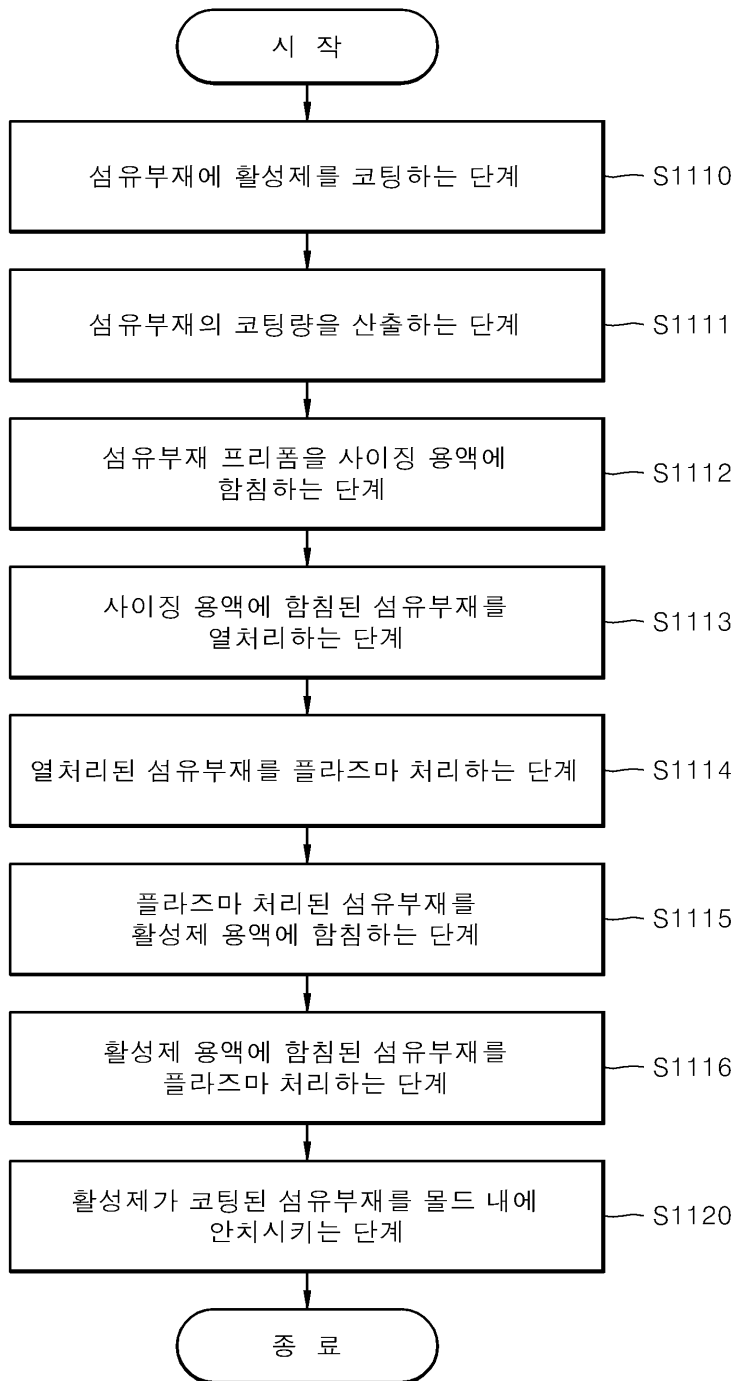
도면4



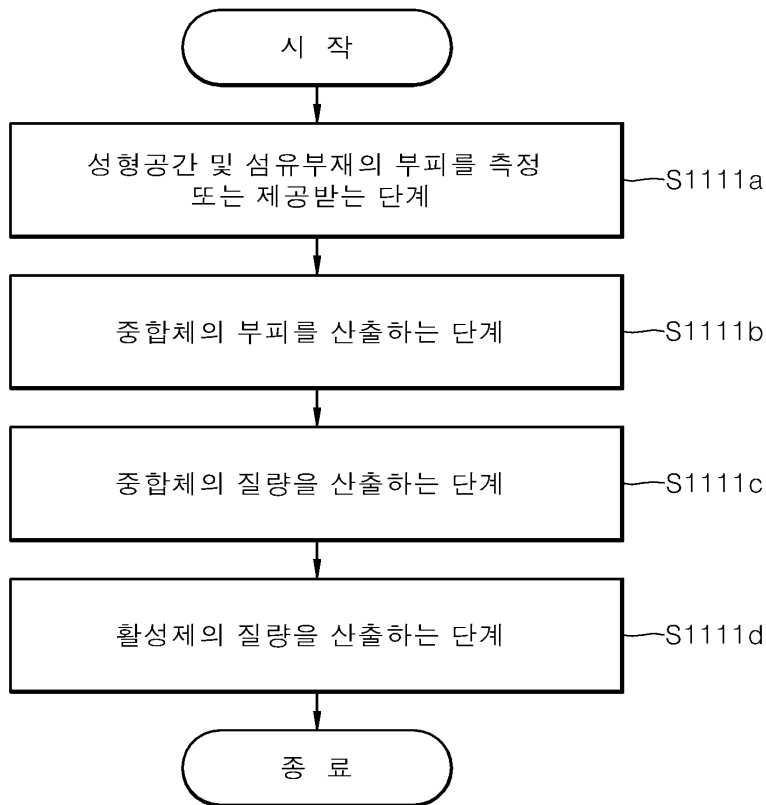
도면5



도면6



도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 2

【변경전】

청구항 1에 있어서,

상기 복합재료용 섬유부재를 준비하는 단계는,

복합소재용 섬유부재에 상기 활성제를 코팅하는 단계; 및

상기 활성제가 코팅된 상기 복합소재용 섬유부재를 상기 몰드 내에 안치시키는 단계를 포함하는 복합재료 성형방법.

【변경후】

청구항 1에 있어서,

상기 복합재료용 섬유부재를 준비하는 단계는,

복합재료용 섬유부재에 상기 활성제를 코팅하는 단계; 및

상기 활성제가 코팅된 상기 복합재료용 섬유부재를 상기 몰드 내에 안치시키는 단계를 포함하는 복합재료 성형방법.