(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0128030
(43) 공개일자 2015년11월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 70/44 (2006.01) *B29C 70/48* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0054725
(22) 출원일자 2014년05월08일
심사청구일자 2014년05월08일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(주) 지우테크
전라남도 화순군 도곡면 도곡농공길 12-3
호원대학교산학협력단
전라북도 군산시 임피면 호원대3길 64
(72) 발명자
공창덕
광주광역시 서구 치평로 35, 205동 1403호 (치평동, 금호쌍용아파트)
박현범
전라북도 군산시 대명길 3, 103동 501호 (대명동, 현대메트로타워)
이호연
광주광역시 북구 호동로 99, 102동 701호 (문흥동, 우성우산아파트)
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 6 항

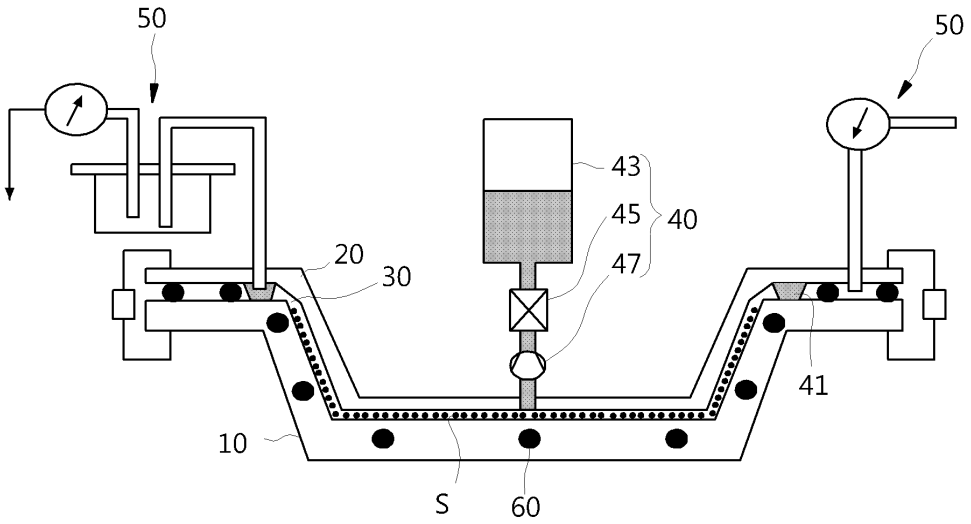
(54) 발명의 명칭 **VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법**

(57) 요 약

본 발명은 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 관한 것으로서, 경질금형의 내부에 이형제를 도포한 후 섬유재료를 적층하는 단계; 상기 경질금형에 연질금형을 결합하여 상기 경질금형과 연질금형 내부에 기밀한 가변성형공간을 형성하는 금형결합단계; 상기 가변성형공간 내부를 진공 배기하면서 형성되는 흡입력을 이용하여 상

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



기 가변성형공간 내부로 수지재료를 투입하여 상기 섬유재료에 함침 및 적층시키는 복합재료 성형단계; 설정시간 경과 후 상기 경질금형과 연질금형을 탈형하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이에 의해, 복합재료의 성형과정에서 섬유체적율을 최대화하면서 수지재료의 금형내 주입 시간을 최소화함과 동시에 성형 비용 절감을 최소화할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법이 제공된다.

또한, 기계적 강도 및 강성이 우수하고 대형 성형품을 용이하게 성형 제작할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법이 제공된다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2012D002
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	연구개발특구진흥재단
연구사업명	2012년 특구기술사업화사업(국제공동기술사업화)
연구과제명	친환경 섬유 복합재를 사용한 RTM 제조 공정 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	조선대학교 산학협력단
연구기간	2012.06.01 ~ 2014.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 있어서,

경질금형의 내부에 이형제를 도포한 후 섬유재료를 적층하는 단계;

상기 경질금형에 연질금형을 결합하여 상기 경질금형과 연질금형 내부에 기밀한 가변성형공간을 형성하는 금형 결합단계;

상기 가변성형공간 내부를 진공 배기하면서 형성되는 흡입력을 이용하여 상기 가변성형공간 내부로 수지재료를 투입하여 상기 섬유재료에 함침 및 적층시키는 복합재료 성형단계;

설정시간 경과 후 상기 경질금형과 연질금형을 탈형하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가변성형공간의 진공압력을 측정하는 단계를 더 포함하며,

상기 복합재료 성형단계에서 진공 배기는 상기 측정된 진공압력이 미리 설정된 상기 복합재료의 성형시 진공압력에 맞게 이루어지는 것을 특징으로 하는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 수지재료의 투입 위치는 수직압력이 작용하도록 상기 경질금형 및 연질금형 중앙 상부 영역에 위치하는 것을 특징으로 하는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 가변성형공간의 둘레영역에는 외부의 진공배기수단과 연결되면서 상기 수지재료와 배기되는 공기의 유로를 형성하는 수지진공배기유로가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 섬유재료는 아마(flax), 대마(hemp), 황마(jure), 사이잘(sisal), 헤네켄(henequen), 코이어(coir) 중 어느 하나의 식물 섬유재료인 것을 특징으로 하는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수지재료는

열가소성수지 또는 열경화성수지 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 섬유재료와 수지재료로 이루어지는 복합재료의 성형과정에서 섬유체적율을 최대화하면서 수지재료의 금형내 주입 시간을 최소화함과 동시에 성형 비용 절감을 최소화할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 복합재료 성형 기법에는 대표적으로 사람의 수작업으로 강화재인 섬유를 적층하고 수지를 함침시키는 수적층 성형법이 존재한다.

[0003] 그리고 최근 자동차 부품 및 항공기 내장재, 선박용 부품 산업 등에서는 복합재료를 이용하여 부품을 성형하는 방법으로 오토클레이브(autoclave) 성형법 또는 섬유로 프리폼을 형성한 후 금형에서 수지를 주입하여 성형하는 알티엠(resin transfer molding, RTM) 성형법 등이 이용되고 있다.

[0004] 이중 오토클레이브는 열과 압력을 동시에 가할 수 있는 가압로로서 보강섬유와 수지의 혼합물을 밀폐된 백으로 싼 다음 진공을 가하고 백 바깥에는 압력을 가하여 원하는 형상과 특성을 가지는 제품으로 성형하는 방법이다. 이 공법은 부수 재료가 일회성으로 소모되며 가압로인 오토클레이브를 가열하고 가압하는데 비용이 많이 들며 양산성이 떨어지는 단점이 있다.

[0005] 한편, RTM 성형법은 복합재료를 이용한 대형 구조물 성형 및 생산성 등의 향상을 고려한 공법으로서, RTM은 성형품 구조 중에서 섬유로 구성되는 부분인 프리폼(Preform)을 미리 제작 해두고, 그것을 금형에 장착해서 수지를 주입하는 것으로 복합재료를 성형하는 방법이다. 점도가 낮은 고분자상의 수지를 사용하면, 저압 0.7MPa 정도로 수지 주입이 가능하기 때문에 성형장치와 금형이 간단하게 되고 사출 성형이나 압축 성형에 비교해서 성형비용을 절감할 수 있다.

[0006] 하지만, RTM 성형법은 프리폼 전체가 모두 견고한 금형으로 되어 있기 때문에, 복합재료 성형시 섬유체적율의 최대화 및 수지재료의 금형 내 주입 시간을 단축에 한계가 따르는 문제점이 있다.

[0007] 한편, 대한민국 공개특허 10-2013-0057038호에는 섬유 내 수지 함침 및 적층 시간을 단축하고 제조원가를 절감할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법이 개시된 바와 있다. 그러나 이 기술 역시 경질의 금형을 사용함으로써, 섬유체적율의 최대화 및 수지재료의 금형내 주입 시간을 단축에 한계가 따르는 문제점이 여전히 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서 본 발명의 목적은 복합재료의 성형과정에서 섬유체적율을 최대화하면서 수지재료의 금형내 주입 시간을 최소화함과 동시에 성형 비용 절감을 최소화할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법을 제공하는 것이다.

[0009] 또한, 기계적 강도 및 강성이 우수하고 대형 성형품을 용이하게 성형 제작할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적은 본 발명에 따라 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 있어서, 경질금형의 내부에 이형제를 도포한 후 섬유재료를 적층하는 단계; 상기 경질금형에 연질금형을 결합하여 상기 경질금형과 연질금형 내부에 기밀한 가변성형공간을 형성하는 금형결합단계; 상기 가변성형공간 내부를 진공 배기하면서 형성되는 흡입력을 이용하여 상기 가변성형공간 내부로 수지재료를 투입하여 상기 섬유재료에 함침 및 적층시키는 복합재료 성형단계; 설정시간 경과 후 상기 경질금형과 연질금형을 탈형하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 의해 달성된다.

[0011] 여기서, 상기 가변성형공간의 진공압력을 측정하는 단계를 더 포함하며, 상기 복합재료 성형단계에서 진공 배기는 상기 측정된 진공압력이 미리 설정된 상기 복합재료의 성형시 진공압력에 맞게 이루어지는 것이 바람직하다.

[0012] 그리고 상기 수지재료의 투입 위치는 수직압력이 작용하도록 상기 경질금형 및 연질금형 중앙 상부 영역에 위치하는 것이 효과적이다.

[0013] 또한 상기 가변성형공간의 둘레영역에는 외부의 진공배기수단과 연결되면서 상기 수지재료와 배기되는 공기의 유로를 형성하는 수지진공배기유로가 형성되어 있는 것이 보다 바람직하다.

[0014] 이때, 상기 섬유재료는 아마(flax), 대마(hemp), 황마(jure), 사이잘(sisal), 헤네켄(henequen), 코이어(coir) 중 어느 하나의 식물 섬유재료인 것이 효과적이다.

[0015] 또한, 상기 수지재료는 열가소성수지 또는 열경화성수지 중 어느 하나인 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면, 복합재료의 성형과정에서 섬유체적율을 최대화하면서 수지재료의 금형내 주입 시간을 최소화함과 동시에 성형 비용 절감을 최소화할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법이 제공된다.

[0017] 또한, 기계적 강도 및 강성이 우수하고 대형 성형품을 용이하게 성형 제작할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1는 본 발명에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형을 위한 개념도,

도 2는 본 발명에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법 순서도,

도 3은 도 1 및 도 2에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 의해 제작된 농약 탱크 제품의 예를 나타낸 도면,

도 4는 도 3의 농약 탱크 구조 해석을 통한 응력 해석 결과를 나타내는 도면,

도 5는 도 3의 농약 탱크 구조 해석을 통한 변위 해석 결과를 나타내는 도면,

도 6은 도 3의 농약 탱크 구조 해석을 통한 좌굴 해석 결과를 나타내는 도면,

도 7은 도 1 및 도 2의 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 의해 성형된 시편에 대한, 인장, 압축, 굽힘, 전단 시험 평가표.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 이용되는 금형장치는 섬유재료(S)가 적층되는 경질금형(10)과, 경질금형(10) 상에 결합되는 연질금형(20)과, 경질금형(10)과 연질금형(20)에 의해 형성되는 가변성형공간(30) 내부에 수지재료를 수직 방향으로 공급하기 위한 수지공급부(40)와, 가변성형공간(30) 내부를 진공배기시키는 진공배기부(50)를 포함한다.

[0020] 그리고 이 금형장치를 이용한 본 발명에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법은 경질금형(10)의 내부에 섬유재료(S)를 적층하는 섬유재료 적층 단계(S01)와, 경질금형(10)에 연질금형(20)을 결합하여 가변성형공간(30)을 형성하는 금형결합단계(S02)와, 가변성형공간(30) 내부를 진공 배기하면서 수지재료를 투입하는 복합재료 성형단계(S03)와, 설정시간 경과 후 상기 경질금형(10)과 연질금형(20)을 탈형하는 단계(S04)를 포함한다.

[0021] 섬유재료 적층 단계(S01)는 경질금형(10) 내에 이형제를 도포한 후 섬유재료(S)를 적층하는 단계로서, 섬유재료(S)는 아마(flax), 대마(hemp), 황마(jure), 사이잘(sisal), 헤네켄(henequen), 코이어(coir), 캐슈 넛 쉘 수지(CNSL: Cashew nut shell oil resin) 중 어느 하나의 식물 섬유재료(S)로 구비되는 것이 친환경적인 측면에서 바람직하다. 이러한 식물 섬유재료(S)는 기계적 강도 및 강성, 진동 흡수 특성이 뛰어나며 다른 섬유에 비해 상대적으로 비용이 저렴하고 생산성이 우수한 장점을 가지고 있다. 이러한 섬유재료 적층 단계에서 섬유재료(S)는 단일 층으로 적층될 수도 있지만, 복수의 섬유재료(S)를 적층할 수도 있음은 물론이다.

[0022] 금형결합단계(S02)는 경질금형(10) 상에 클램프를 이용하여 연질금형(20)을 결합함으로써, 경질금형(10)과 연질금형(20) 내부에 기밀한 가변성형공간(30)을 형성하는 단계이다. 연질금형(20)은 진공배기 과정에서 발생하는 진공압력에 의해 가변성형공간(30)을 축소시킴으로써 가변성형공간(30) 내부로 투입되는 수지재료의 투입속도를 가속시킨다.

[0023] 이때, 가변성형공간(30)의 축소범위는 미리 설정되어 있는 복합재료의 형태에 대응하는 축소범위에 맞게 설정될 수 있는데 이는 연질금형(20)의 형태 및 진공배기압력 조절 등에 의해 이루어질 수 있다. 예컨대 소정의 두께를 갖는 복합재료 플레이트를 성형하는 경우 가변성형공간(30)은 축소범위는 정해진 플레이트의 면적 및 두께에 대응하는 범위이며, 이에 대응하는 가변형태를 갖는 연질금형(20)을 이용하여 진공배기가 정해진 플레이트의 형태에 대응하는 진공배기압력까지 되도록 조절하는 등으로 이루어질 수 있는 것이다.

[0024] 그리고 가변성형공간(30)의 둘레영역에는 외부의 진공배기수단과 연결되면서 배기되는 공기의 유로를 형성하는 수지진공배기유로(41)가 형성되어 있다. 가변성형공간(30)을 진공 배기하는 과정에서 가변성형공간(30)의 공기는 수지진공배기유로(41)를 통해 진공배기되면서 연질금형(20)을 축소시키게 되면서 가변성형공간(30) 또한 축소시킨다. 이에 의해 수지재료의 투입속도가 신속하게 이루어지면서 수지재료 내에 기포 발생을 최소화할 수 있다.

[0025] 복합재료 성형단계(S03)는 전술한 바와 같이, 가변성형공간(30) 내부를 진공 배기하면서 수지재료를 투입하는 단계이다.

[0026] 수지재료를 저장하여 경질금형(10)과 연질금형(20)에 의해 형성되는 가변성형공간(30) 내부로 공급하는 수지공급부(40)는 수지재료의 투입위치가 경질금형(10) 및 연질금형(20) 중앙 상부 영역에 위치하도록 하여 수지재료의 투입 과정에서 가변성형공간(30) 전 영역에 균일한 수직압력이 작용하도록 하는 것이 바람직하다. 이러한 수직압력의 이용 및 전술한 바와 같은 진공배기시 가변성형공간(30) 축소에 의한 수지투입속도 증가 등에 의해 성형품의 전 체적에 걸쳐 수지재료 내에 기포 발생이 억제되면서 섬유 체적율이 최대화 된다. 이에 의해 성형품의 기계적 강도 및 강성이 충분히 확보될 뿐만 아니라, 대형의 성형품 제작시에도 기포를 배재한 신속한 수지투입이 가능하여 복합재료의 대형 성형이 원활하게 이루어질 수 있다.

[0027] 수지공급부(40)는 수지재료를 저장하는 저장컨테이너(43)와 밸브(45) 및 펌프(47) 등을 포함할 수 있다.

[0028] 이러한 복합재료 성형단계에서 가변성형공간(30) 내부로 투입되는 수지재료는 구조 형태에 따라서 열가소성수지 또는 열경화성수지 중에서 적절히 선택될 수 있다. 예컨대, 열가소성 수지는 폴리에틸렌(Polyethylene), 폴리프로필렌 (Polypropylene), 폴리아미드(Polyamide) 등이 사용될 수 있고, 열경화성 수지는 에폭시(Epoxy), 비닐에스테르(Vinyl ester), 페놀(Phenolic) 등이 사용될 수 있다.

[0029] 한편, 본 발명에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에서는 보다 정확한 복합재료의 성형을 위해 가변성형공간(30)의 진공압력을 측정하는 단계를 더 포함하면서, 복합재료 성형단계에서 진공 배기는 측정된 진공압력이 미리 설정된 복합재료의 성형시 적정 진공압력에 맞게 이루어지도록 하는 것이 바람직하다. 이에 의해 가변성형공간(30)의 축소범위 및 성형하고자 하는 성형품의 형태와 설계치에 정확하게 대응할 수 있다.

[0030] 설정시간 경과 후 경질금형(10)과 연질금형(20)을 탈형하는 단계(S04)는 복합재료 성형단계에서 가변성형공간(30) 내에 채워진 수지재료가 경화되는 적정 시간 후 경질금형(10)과 연질금형(20)을 탈형하는 단계이다. 이때, 수지재료의 신속한 경화 및 섬유재료(S)와 수지재료의 상호 부착력 강화 등을 위해서 경질금형(10)에 히팅수단(60)을 마련할 수 있다.

[0031] 이러한 본 발명에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 의해 성형된 성형품의 예로서 도 3과 같은 농약 탱크(200) 시료에 대한 기계적 성능에 대한 실험데이터가 도 4 내지 도 6에 도시되어 있다.

[0032] 도 4는 본 발명에 의해 성형된 농약 탱크의 구조 해석을 통한 응력 해석 결과를 나타내는 도면이며, 도 5는 농약 탱크의 구조 해석을 통한 변위 해석 결과를 나타내는 도면이고, 도 6은 농약 탱크의 구조 해석을 통한 좌굴 해석 결과를 나타내는 도면이다.

[0033] 이때, 섬유재료(S)는 아마를 4 내지 10 플라이(plies) 두께로 적용하였으며, 수지재료는 저렴한 비닐 에스테르(vinyl ester)를 적용하였다.

[0034] 도 4 내지 도 6에 도시된 데이터에 나타난 바와 같이, 본 발명에 의해 성형된 농약 탱크(200)는 최대 압축 응력

이 17.4㎫이고, 최대 인장 응력은 12.1㎫로 나타나 안전성 측면에 충분한 성능을 갖는 것으로 확인되었다.

[0035] 또한, 농약 탱크(200)의 변위 해석 결과를 살펴보면, 특히, 하중이 크게 작용하는 바닥면에서 21.2㎜로 측정됨에 따라, 농약 살포 차량에 탑재하여 사용할 때에도 충분한 안정성을 제공할 수 있음을 알 수 있다. 또한, 농약 탱크(200)의 좌굴 하중 배수는 7.3으로 측정되어 좌굴에 안정적임을 알 수 있다.

[0036] 한편, 도 7은 본 발명에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 의해 성형된 아마/비닐 에스테르 복합재료 시편에 대해 인장, 압축, 굽힘, 전단 시험을 통해 기계적 물성치를 평가한 평가표이다.

[0037] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 의해 제작된 성형품은 인장, 압축, 굽힘, 전단 시험에서 우수한 기계적 물성치를 같은 것으로 나타났으며, 이러한 결과에 의해 자동차 부품 및 항공기 내장재, 선박용 부품 산업 등에서 사용 가능한 복합재료의 성형방법으로 이용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0038] 이와 같이, 본 발명에 따른 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법에 의하면, 복합재료의 성형과정에서 섬유체적율을 최대화하면서 수지재료의 금형내 주입 시간을 최소화함과 동시에 성형 비용 절감을 최소화할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법이 제공된다.

[0039] 또한, 기계적 강도 및 강성이 우수하고 대형 성형품을 용이하게 성형 제작할 수 있는 VARTM 공정을 이용한 복합재료의 성형방법이 제공된다.

부호의 설명

[0040] S : 섬유재료 10 : 경질금형

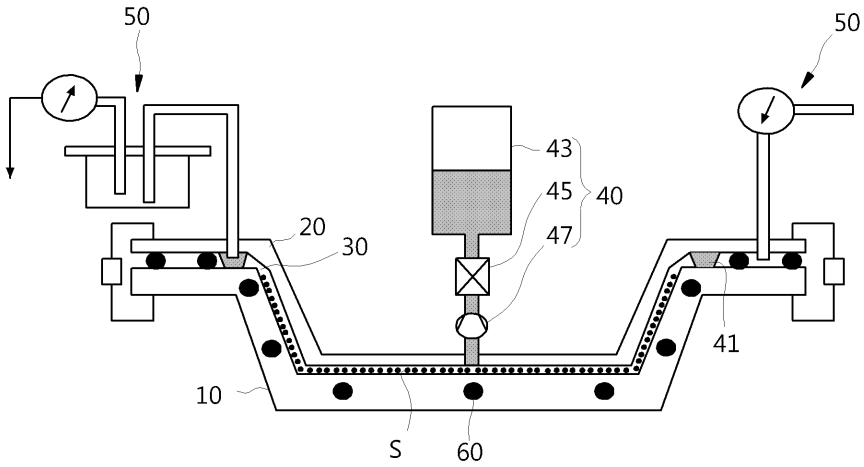
20 : 연질금형 30 : 가변성형공간

40 : 수지공급부 50 : 진공배기부

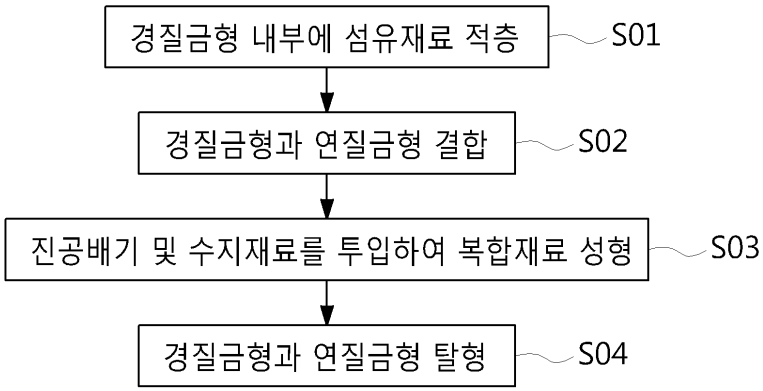
60 : 히팅수단

도면

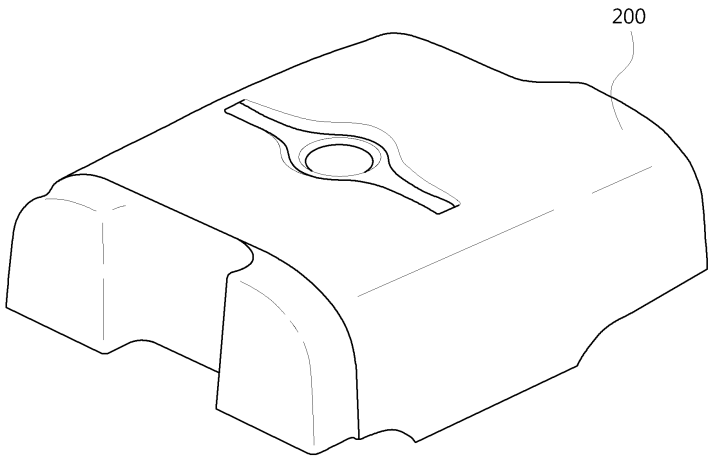
도면1



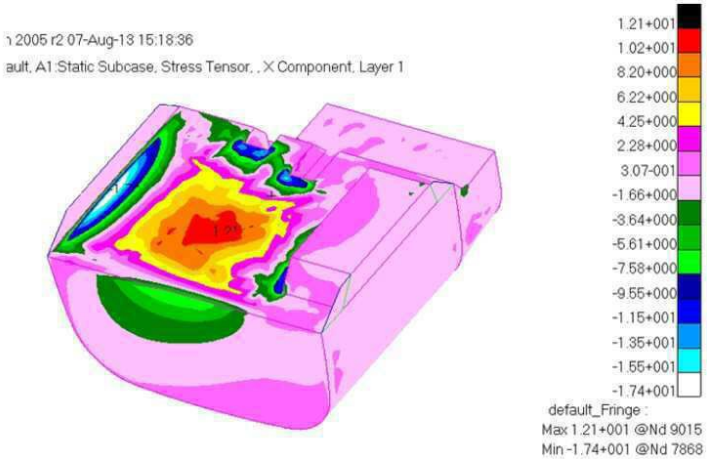
도면2


경질금형 내부에 섬유재료 적층
S01
경질금형과 연질금형 결합
S02
진공배기 및 수지재료를 투입하여 복합재료 성형
S03
경질금형과 연질금형 탈형
S04

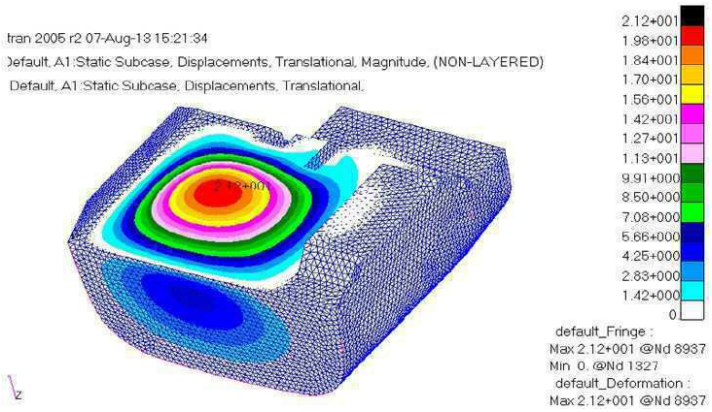
도면3


200

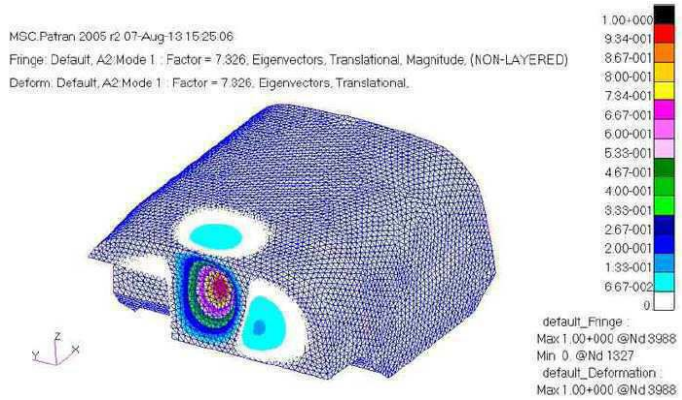
도면4


1 2005 r2 07-Aug-13 15:18:36
ault, A1:Static Subcase, Stress Tensor, , X Component, Layer 1
1.21+001
1.02+001
8.20+000
6.22+000
4.25+000
2.28+000
3.07-001
-1.66+000
-3.64+000
-5.61+000
-7.58+000
-9.55+000
-1.15+001
-1.35+001
-1.55+001
-1.74+001
default_Fringe :
Max 1.21+001 @Nd 9015
Min -1.74+001 @Nd 7868

도면5



도면6



도면7

Test type	Strength (MPa)	Modulus (GPa)	Poisson ratio
Tension	76.74	9.14	0.24
Compression	72.80	6.78	
Flexure	108.72	6.75	
In Plane Shear	36.19	1.66	