



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월02일
(11) 등록번호 10-1682309
(24) 등록일자 2016년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 25/72 (2006.01) C08F 4/22 (2006.01)
C08L 101/00 (2006.01) G01J 5/48 (2006.01)
G01N 25/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 25/72 (2013.01)
C08F 4/22 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0107158
(22) 출원일자 2015년07월29일
심사청구일자 2015년07월29일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120082749 A*
KR1020140114495 A*
KR1020150057204 A*
W02003044509 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
박종만
경상남도 진주시 진주대로815번길 11 주약현대아파트 118동 704호
권동준
대구광역시 달서구 선원로 137 성서푸른마을아파트 106동 702호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 누리

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 양성지

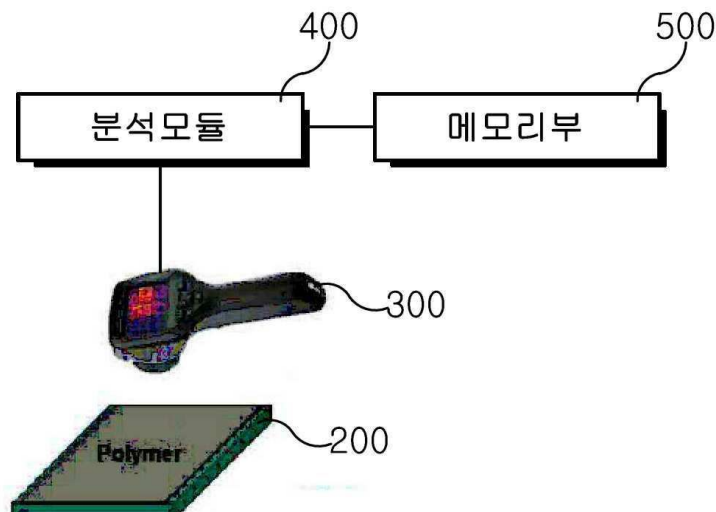
(54) 발명의 명칭 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결함 평가 장치

(57) 요약

본 발명은 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 성형 직후를 촬영하여 복합재료의 전체 온도를 획득하는 열화상 카메라; 및 상기 열화상 카메라로부터 복합재료의 전체 온도를 전송받아 결함여부 판단을 위해 기 설정된 기준 온도 범위와 비교하여 설정된 기준 온도 범위에 포함되는 온도 부분을 결함발생 부분으로 판단하는 분석모

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



물;을 포함하는 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결합 평가 장치를 제공한다.

본 발명의 실시 예에 따르면, 열화상 카메라를 이용하여 성형 직후의 복합재료를 촬영하고 복합재료의 열화상에 나타나는 온도의 차이를 분석하여 내부의 결합 여부를 평가하고, 고분자 중합의 정도를 분석하며, 복합재료의 구간별 물성을 쉽게 평가할 수 있는 효과가 있다. 또한, 복합재료의 성형 직후에 결합여부 및 물성을 바로 분석할 수 있기 때문에 제조시간을 단축할 수 있고, 강화재의 분산도를 쉽고 빠르게 분석할 수 있어 고분자 복합재료의 빠른 상용화가 가능하게 되는 효과가 있다. 또한, 향후 성형장비에 적용시킬 경우 복합재료의 성형 상태를 모델화하는 기초 자료 마련이 가능하게 되는 효과가 있다. 또한, 열화상 카메라를 이용하기 때문에 평가 비용을 절감시킬 수 있으며, 시장성 및 상품성을 향상시키는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

C08L 101/00 (2013.01)

G01J 5/48 (2013.01)

G01N 25/20 (2013.01)

(72) 발명자

최진영

경상남도 양산시 원동면 뽕등안길 64-1

신평수

전라남도 고흥군 고흥읍 봉동주공길 37-5 104동
806호

명세서

청구범위

청구항 1

고분자 수지에 강화재가 혼합된 복합재료의 성형 직후를 촬영하여 복합재료의 전체 온도를 획득하는 열화상 카메라;

상기 열화상 카메라로부터 복합재료의 전체 온도를 전송받아 평균온도를 도출하고, 상기 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 낮은 경우 상기 도출된 복합재료의 평균온도보다 7%~25% 낮은 온도범위를 결함발생부분 및 강화재의 분산위치로 판단하며, 상기 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 높은 경우 상기 도출된 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 높은 온도범위를 강화재의 분산위치로 판단하고 상기 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도범위를 결함발생부분으로 판단하여 강화재의 분산도 및 복합재료의 결함 여부를 분석하는 분석모듈; 및

상기 분석모듈에서 분석된 강화재의 분산 이미지 및 결함 이미지를 저장하는 메모리부;를 포함하고,

상기 분석모듈은 상기 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 낮은 경우 복합재료의 평균온도보다 7%~25% 낮은 온도범위에 포함되는 온도 분포의 크기 또는 선명도 또는 형상으로 상기 결함발생부분과 강화재 분산위치의 구분하는 것을 특징으로 하는 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 결함은 기공, 균열, 중합이 진행되지 않은 부분, 강화재가 응집된 것 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결함 평가 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 열화상 카메라에 획득된 복합재료의 전체 온도는 상기 열화상 카메라로부터 20cm미만의 거리에서 촬영된 복합재료의 전체 온도인 것을 특징으로 하는 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결함 평가 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 복합재료는 촉매를 이용하여 중합한 것을 특징으로 하는 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결함 평가 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 촉매는 폴리브덴 화합물, 루테튬 화합물, 텅스텐 화합물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종을 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결함 평가 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 강화재는 고분자의 열전도율보다 낮은 열전도율을 가진 유리섬유이거나, 고분자의 열전도율보다 높은 열전도율을 가진 탄소섬유 및 탄소계 강화재인 것을 특징으로 하는 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결함 평가

가 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결합 평가 장치에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료에 대해 고분자 중합의 상태를 분석하고, 결합 여부 및 물성을 평가하며, 강화재의 분산도를 분석할 수 있는 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결합 평가 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 촉매를 이용한 고분자 중합을 시도할 경우, 촉매의 반응이 고분자 시편의 전반에서 이루어지지 않고 시편의 일부분에서 기하급수적으로 고분자화를 시도하기 때문에 대형 복합재료를 제조할 경우 복합재료의 물성이 구간별로 다르게 나타나는 문제점이 존재한다.
- [0003] 또한, 고분자의 물성을 향상시키기 위해 고분자의 내부에 강화재를 혼합하는 경우, 강화재의 안정적인 분산 상태를 확인하여야 고분자 복합재료를 상용화시킬 수 있기 때문에 강화재 분산도 규명에 대한 결과가 확보되어야 한다.
- [0004] 종래에는 강화재의 분산 상태를 확인하기 위해 고가의 FE-SEM(주사전자현미경)를 이용하여 평가를 진행하였으나, 이러한 평가는 전문 인력이 필요하여 결과적으로 평가 비용의 상승을 초래하게 되는 문제점이 있었다.
- [0005] 또한, 복합재료의 이용은 최근 항공기뿐만 아니라 차량 및 일상생활 영역으로 확대되고 있기 때문에 비용이 저렴하면서도 쉽고 정확하게 평가할 수 있는 복합재료의 결합 평가 장치가 절실히 요구되고 있다.

선행기술문헌

- [0006] 한국등록특허: 10 - 1315772 (공고일 2013. 10. 10)
- [0007] 한국공개특허: 10 - 2011-0075582 (공개일 2011. 07. 06)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출 된 것으로서,
- [0009] 본 발명의 목적은 열화상 카메라를 이용하여 성형 직후의 복합재료를 촬영하고, 복합재료의 열화상에 나타나는 온도의 차이를 분석하여 내부의 결합 여부를 평가하고, 고분자 중합의 정도를 분석하며, 복합재료의 물성을 평가할 수 있는 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결합 평가 장치를 제공하는 데 있다.
- [0010] 또한, 본 발명의 다른 목적은 고분자의 물성을 향상시키기 위해 강화재를 혼합시킨 경우, 성형 직후의 복합재료를 열화상 카메라로 촬영하고, 고분자의 열전도율과 강화재의 열전도율의 차이로 발생하는 온도의 차이를 분석하여 강화재의 분산도를 평가하고 강화재의 응집 위치를 분석할 수 있는 고분자 중합을 통해 성형한 복합재료의 결합 평가 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 제공되는 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 장치는 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 성형 직후를 촬영하여 복합재료의 전체 온도를 획득하는 열화상 카메라; 및 상기 열화상 카메라로부터 복합재료의 전체 온도를 전송받아 결함여부 판단을 위해 기 설정된 기준 온도 범위와 비교하여 설정된 기준 온도 범위에 포함되는 온도 부분을 결함발생 부분으로 판단하는 분석모듈;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 분석모듈에서 기준 온도 범위는 상기 복합재료의 전체 온도로부터 평균 온도를 도출하고 상기 도출된 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위가 설정되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 그리고, 상기 결함은 기공 및 균열을 포함하는 것을 특징으로 하고, 상기 열화상 카메라는 20cm미만의 거리에서 복합재료를 촬영하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 복합재료는 촉매를 이용하여 중합한 것을 특징으로 하고, 상기 촉매는 몰리브덴 화합물, 루테튬 화합물, 텅스텐 화합물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 이에 더하여 상기 복합재료에는 고분자의 물성을 향상시키기 위한 강화재가 더 혼합되고, 상기 분석모듈은 상기 열화상 카메라로부터 전송받은 복합재료의 전체 온도를 설정된 기준 온도 범위와 비교하여 기준 온도 범위에 포함되는 온도 부분을 강화재 분산 위치로 판단하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 여기서, 상기 분석모듈의 기준 온도 범위는 상기 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 낮은 경우, 상기 복합재료의 전체 온도로부터 평균 온도를 도출하고 상기 도출된 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위가 설정되며,
- [0017] 상기 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 높은 경우, 강화재 분산도를 판단하기 위해 상기 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 높은 온도 범위로 설정되는 제 1 기준 온도 범위와, 결함여부를 판단하기 위해 상기 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위로 설정되는 제 2 기준 온도 범위로 구분되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 이에 더하여 상기 분석모듈에서 결함발생 부분으로 판단되는 화상 이미지를 저장하는 메모리부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 실시 예에 따르면, 열화상 카메라를 이용하여 성형 직후의 복합재료를 촬영하고 복합재료의 열화상에 나타나는 온도의 차이를 분석하여 내부의 결함 여부를 평가하고, 고분자 중합의 정도를 분석하며, 복합재료의 구간별 물성을 쉽게 평가할 수 있는 효과가 있다.
- [0020] 또한, 복합재료의 성형 직후에 결함여부 및 물성을 바로 분석할 수 있기 때문에 제조시간을 단축할 수 있고, 강화재의 분산도를 쉽고 빠르게 분석할 수 있어 고분자 복합재료의 빠른 상용화가 가능하게 되는 효과가 있다.
- [0021] 또한, 향후 성형장비에 적용시킬 경우 복합재료의 성형 상태를 모델화하는 기초 자료 마련이 가능하게 되는 효과가 있다.
- [0022] 또한, 열화상 카메라를 이용하기 때문에 평가 비용을 절감시킬 수 있으며, 시장성 및 상품성을 향상시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 장치를 도시한 구성도.
- 도 2은 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 방법을 도시한 순서도.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 방법에서 성형 직후의

복합재료를 열화상 카메라로 촬영한 열화상 이미지.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 방법에서 복합재료 내부의 기공 상태를 규명한 분석 결과 이미지.

도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 방법을 도시한 순서도.

도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 방법에서 강화재 응집 상태 분석 결과의 이미지.

도 7은 강화재 분산도 평가 및 복합재료의 상태를 분석한 결과의 이미지.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명의 상기와 같은 목적, 특징 및 다른 장점들은 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명함으로써 더욱 명백해질 것이다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 장치를 상세히 설명하기로 한다. 본 명세서를 위해서, 도면에서의 동일한 참조번호들은 달리 지시하지 않는 한 동일한 구성 부분을 나타낸다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 장치를 도시한 구성도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 방법을 도시한 순서도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 방법에서 성형 직후의 복합재료를 열화상 카메라로 촬영한 열화상 이미지이다.
- [0026] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결함 평가 장치는 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료(200)의 성형 직후를 촬영하여 복합재료(200)의 전체 온도를 획득하는 열화상 카메라(300)와, 열화상 카메라로부터 복합재료의 전체 온도를 전송받아 결함여부 판단을 위해 설정된 기준 온도 범위와 비교하여 기준 온도 범위에 포함되는 온도 부분을 결함 발생 부분으로 판단하는 분석모듈(400)과, 분석모듈에서 결함발생 부분으로 판단되는 화상 이미지를 저장하는 메모리부(500)를 포함하여 구성된다.
- [0027] 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료(200)는 촉매를 이용하여 중합을 시도하였으며, 온도 80℃~120℃, 압력 7psi~20psi, 경화시간 4분~7분의 조건에서 성형된 것이다. 여기서, 고분자수지는 디스칼로펜타디엔(DCPD: Dicalcium phosphate dehydrate)을 사용하였고 촉매는 루테튬(Ru) 촉매를 사용하였다. 하지만 고분자수지와 촉매는 이에 한정하지 않는다.
- [0028] 촉매는 공지된 바의 DCPD 모노머의 중합에 사용되는 촉매면 어느 것이든 사용이 가능하고 일례로, 몰리브덴 화합물, 레늄 화합물, 루테튬 화합물, 텅스텐 화합물들 중 선택되는 한 종류의 촉매가 사용 가능하며, p-DCPD 수지와 촉매간의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종이 사용 가능하다.
- [0029] 열화상 카메라(300)는 20cm미만의 거리에서 성형 직후의 복합재료(200)를 촬영하여 복합재료의 전체 온도를 획득한다.
- [0030] 열화상 카메라(300)에 촬영된 복합재료(200)의 열화상은 일부분에서 높은 열을 나타내지만 다른 일부분에서는 낮은 열을 나타내어 구간별 온도 차이가 발생하였다. 여기서, 열화상 카메라를 통해 획득된 복합재료의 전체 온도는 복합재료의 일측단에서부터 타측단까지 나타난 최저온도에서부터 최고온도를 모두 포함한 온도를 의미한다.
- [0031] 열화상 카메라(300)에 촬영된 복합재료의 전체 온도는 분석모듈(400)로 전송된다.
- [0032] 분석모듈(400)에는 결함여부를 판단하기 위한 기준 온도 범위가 설정된다. 여기서, 기준 온도 범위는 열화상 카메라(300)를 통해 전송된 복합재료의 전체 온도로부터 평균 온도를 도출하고, 도출된 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위가 설정된다.
- [0033] 그리고, 설정된 기준 온도 범위와 복합재료의 전체 온도를 비교하여 복합재료의 전체 온도 중에서 기준 온도 범위에 포함되는 온도의 부분을 결함발생 부분으로 판단한다. 여기서, 결함은 내부 기공 및 균열을 포함하고, 중합이 진행되지 않은 부분을 포함한다. 즉, 복합재료의 전체 온도 중에서 기준 온도 범위에 포함되는 온도의 부분을 내부 기공이나 균열이 발생된 것으로 판단하거나 중합이 덜 진행된 부분으로 판단하는 것이다.

- [0034] 복합재료의 내부에 기공이 발생되거나 균열이 발생되면 복합재료의 상태 및 물성이 크게 저하된다.
- [0035] 따라서, 기공이나 균열을 찾는 방법은 복합재료의 물성 및 복합재료의 상태를 평가하는데 매우 중요하며, 기공의 분석 및 균열 부위의 파악을 통해 복합재료의 물성 및 안전성을 평가할 수 있게 된다.
- [0036] 이에 더하여 복합재료(200)에는 고분자의 물성을 향상시키기 위해 강화재가 더 혼합될 수 있다.
- [0037] 이처럼 강화재가 혼합되어 성형된 복합재료(200)의 경우, 분석모듈(400)은 복합재료(200)에 혼합된 강화재의 분산도를 더 평가할 수 있다.
- [0038] 여기서, 강화재는 고분자의 열전도율보다 낮은 열전도율을 가진 유리섬유(milled glass fiber)가 사용될 수도 있고, 고분자의 열전도율보다 높은 열전도율을 가진 탄소섬유 및 탄소계 강화재가 사용될 수도 있다.
- [0039] 그리고, 분석모듈(400)에는 결합여부 및 강화재 분산도를 판단하기 위한 기준 온도 범위가 설정되는데, 강화재 분산도를 판단하기 위한 기준 온도 범위는 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 낮은 경우와, 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 높은 경우로 구분하여 설정된다.
- [0040] 즉, 분석모듈(400)의 기준 온도 범위는 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 낮은 경우, 열화상 카메라(300)를 통해 전송된 복합재료의 전체 온도에서 평균 온도를 도출하고, 도출된 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위가 설정된다. 이때, 결합을 판단하는 기준 온도 범위도 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위가 설정되기 때문에 고분자의 열전도율보다 낮은 전도율을 가진 강화재를 사용한 경우에는 결합 발생 부분과 강화재 분산 위치를 한꺼번에 분석할 수 있게 된다. 그리고, 결합발생 부분과 강화재 분산 위치의 구분은 기준 온도 범위에 포함되는 온도 분포의 크기 또는 선명도 또는 형상 등으로 구분될 수 있다.
- [0041] 또한, 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 높은 경우의 기준 온도 범위는, 열화상 카메라(300)를 통해 전송된 복합재료의 전체 온도에서 평균 온도를 도출하고, 도출된 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 높은 온도 범위가 설정되는 제 1 기준 온도 범위와, 결합을 판단하기 위해 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위로 설정되는 제 2 기준 온도 범위로 구분된다. 즉, 복합재료의 전체 온도 중에서 제 1 기준 온도 범위에 포함되는 온도 부분을 강화재 분산 위치로 판단하고, 복합재료의 전체 온도 중에서 제 2 기준 온도 범위에 포함되는 온도 부분을 결합발생 부분으로 판단하게 되는 것이다.
- [0042] 이처럼 분석모듈(400)은 강화재가 가지고 있는 열전도율과 고분자의 열전도율 차이로 발생하는 온도차를 통해 강화재의 위치를 분석함으로써 강화재의 분산도를 분석할 수 있게 된다.
- [0043] 또한, 복합재료의 내부기공, 균열, 중합이 진행되지 않은 구간의 확인 즉, 결합의 확인으로 복합재료의 물성을 분석할 수 있고, 구간별 강도를 확인할 수 있으며, 고분자 중합의 정도를 분석할 수 있게 된다.
- [0044] 메모리부(500)는 분석모듈(400)에서 결합발생 부분으로 판단되는 결합 이미지를 저장하거나, 복합재료에 강화재가 혼합된 경우 분석모듈(400)에서 분석된 강화재의 분산 이미지 및 강화재의 응집 발생 부분의 이미지를 저장할 수 있다.
- [0045] 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결합평가 방법은 고분자 중합을 통해 복합재료를 성형하는 S10단계와, 성형 직후의 복합재료를 열화상 카메라로 촬영하여 복합재료의 전체 온도를 획득하는 S20단계와, 획득된 복합재료의 전체 온도를 결합여부 판단을 위해 설정된 기준 온도 범위와 비교하여 기준 온도 범위에 포함되는 표면 온도 부분을 결합발생 부분으로 판단하는 S30단계를 포함한다.
- [0046] 먼저, S10단계는 도 1에 도시된 바와 같이 몰드(100)를 이용하여 고분자 중합의 복합재료(200)를 성형한다. 여기서, 복합재료(200)는 촉매를 이용하여 중합을 시도하였고, 온도 80℃~120℃, 압력 7psi~20psi, 경화시간 4분~7분의 조건에서 성형하였다. 그리고, 고분자수지는 디스칼로펜타디엔(DCPD: Dicalcium phosphate dehydrate)을 사용하였고, 촉매는 루테튬(Ru) 촉매를 사용하였다. 하지만 고분자수지와 촉매는 이에 한정하지 않는다. 촉매는 공지된 바의 DCPD 모노머의 중합에 사용되는 촉매면 어느 것이든 사용이 가능하고 일례로, 몰리브덴 화합물, 레늄 화합물, 루테튬 화합물, 텅스텐 화합물들 중 선택되는 한 종류의 촉매가 사용 가능하며, p-DCPD 수지와 촉매간의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종이 사용 가능하다.
- [0047] S20단계는 성형 직후의 복합재료(200)를 열화상 카메라(300)로 촬영하여 복합재료(200)의 전체 온도를 획득한다. 이때, 열화상 카메라(300)와 복합재료(200) 간의 촬영거리는 20cm 미만으로 하는 것을 기본으로 하며, 측정구간에 대한 차이를 분석하기 위해서는 복합재료 가까이 접근하여 촬영할 수 있다.

- [0048] 그리고, 도 3에 도시된 바와 같이 열화상 카메라를 통해 획득된 복합재료의 열화상은 일부분에서 높은 열을 나타내지만 다른 일부분에서는 낮은 열을 나타내었다. 일반적으로, 복합재료는 촉매의 반응에 의해 모든 구간에서 경화가 시작되지 않고 특정구간에서 촉매의 반응이 지속되기 때문에 구간별 물성이 달라질 수 있으며, 물성이 달라지는 부분에서 온도 차이가 발생할 수 있다.
- [0049] 여기서, 복합재료의 전체온도는 복합재료의 일측단에서부터 타측단까지 나타난 최저온도에서부터 최고온도를 모두 포함한 온도를 의미한다.
- [0050] S30단계는 열화상 카메라로부터 획득된 복합재료의 전체 온도를 전송받아 복합재료의 전체 평균 온도를 도출하고, 도출된 복합재료의 전체 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위를 기준 온도 범위로 설정한다.
- [0051] 그리고, 설정된 기준 온도 범위와 복합재료의 전체 온도를 비교하여 복합재료의 전체 온도 중에서 기준 온도 범위에 포함되는 온도의 부분을 결합발생 부분으로 판단한다. 여기서, 결합은 내부 기공 및 균열을 포함하고 중합이 진행되지 않은 부분을 포함한다. 즉, 복합재료의 전체 온도 중에서 기준 온도 범위에 포함되는 온도의 부분을 내부 기공이나 균열이 발생된 것으로 판단하거나 중합이 덜 진행된 부분으로 판단하는 것이다.
- [0052] 도 4는 복합재료 내부의 기공을 분석한 모식도이다. 도 2에 도시된 바와 같이 고분자 복합재료를 제조할 경우 복합재료의 앞면과 뒷면의 상태가 다르게 나타난다. 이때, 복합재료의 앞면에서 기공의 영향이 없었다 하여도 뒷면에서 기공이 다량으로 발생될 수 있다. 기공이나 균열이 발생된 부분에서는 소재에 대한 발열량이 낮아 복합재료의 평균 온도보다 낮은 온도를 나타낸다.
- [0053] 복합재료의 내부에 기공 또는 균열이 발생되면 복합재료의 상태 및 물성이 크게 저하된다.
- [0054] 따라서, 기공 또는 균열을 찾는 방법은 복합재료의 상태 및 물성을 평가하는데 매우 중요하며, 기공의 분석 및 균열 부위의 파악을 통해 복합재료의 물성 및 안전성을 평가할 수 있게 된다.
- [0055] 도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결합 평가 방법을 도시한 순서도이다.
- [0056] 도 5에 도시된 바와 같이 본 발명의 다른 실시 예에 따른 고분자 중합을 통해 성형된 복합재료의 결합 평가 방법은 강화재가 혼합된 고분자 중합을 통해 복합재료를 성형하는 S100단계와, 성형 직후의 복합재료를 열화상 카메라로 촬영하여 복합재료의 전체 온도를 획득하는 S200단계와, 획득된 복합재료의 전체 온도를 결합여부 및 강화재 분산도 판단을 위해 설정된 기준 온도 범위와 비교하여 기준온도 범위에 포함되는 온도 부분을 결합발생 부분 및 강화재 분산 위치로 판단하는 S300단계를 포함한다.
- [0057] 여기서, 본 발명의 다른 실시 예는 일 실시 예의 S10단계에서 복합재료를 성형할 때, 고분자의 물성을 향상시키기 위해 강화재가 더 혼합된 것이며, 복합재료에 혼합된 강화재의 분산도를 평가하는 방법을 더 포함한 것이다.
- [0058] 먼저, S100단계는 일 실시 예의 S10단계와 동일한 설명으로 이루어지되, 고분자 수지에 강화재가 혼합되어 복합재료를 성형한다.
- [0059] 여기서, 강화재는 고분자의 열전도율보다 낮은 열전도율을 가진 유리섬유(milled glass fiber)가 사용될 수도 있고, 고분자의 열전도율보다 높은 열전도율을 가진 탄소섬유 및 탄소계 강화재가 사용될 수도 있다.
- [0060] 그리고, S200단계는 일 실시 예의 S10단계와 동일한 방법으로 열화상 카메라를 이용하여 성형 직후의 복합재료를 촬영함으로써 복합재료의 전체 온도를 획득한다. 여기서, 복합재료의 전체온도는 복합재료의 일측단에서부터 타측단까지 나타난 최저온도에서부터 최고온도를 모두 포함한 온도를 의미한다.
- [0061] S300단계는 열화상 카메라로부터 획득된 복합재료의 전체 온도를 전송받아 결합여부 및 강화재 분산 위치의 판단을 위해 설정된 기준 온도 범위와 비교한다.
- [0062] 여기서, 기준 온도 범위는 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 낮을 경우, 열화상 카메라로부터 획득된 복합재료의 전체 온도를 전송받아 복합재료의 전체 평균 온도를 도출하고, 도출된 복합재료의 전체 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위가 설정된다.
- [0063] 이때, 결합을 판단하는 기준 온도 범위도 복합재료의 전체 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위가 설정되기 때문에 고분자의 열전도율보다 낮은 열전도율을 가진 강화재를 사용한 경우에는 결합발생 부분과 강화재 분산 위치를 한꺼번에 분석할 수 있게 된다.
- [0064] 예를 들어, 복합재료의 전체 평균 온도가 100℃일 때, 기준 온도 범위는 75℃~93℃의 범위가 설정되고, 복합재

료의 전체 온도 중에서 $75^{\circ}\text{C} \sim 93^{\circ}\text{C}$ 의 범위에 포함되는 온도 부분을 결합발생 부분 및 강화재 분산 위치로 판단하게 되는 것이다. 여기서, 결합발생 부분과 강화재 분산 위치의 구분은 기준 온도 범위에 포함되는 온도 분포의 크기 또는 선명도 또는 형상 등으로 구분될 수 있다.

[0065] 또한, 강화재의 열전도율이 고분자의 열전도율보다 높은 경우의 기준 온도 범위는, 강화재 분산 위치를 판단하기 위해 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 높은 온도 범위로 설정되는 제 1 기준 온도 범위와, 결함을 판단하기 위해 복합재료의 표면 평균 온도보다 7%~25% 낮은 온도 범위로 설정되는 제 2 기준 온도 범위로 구분된다.

[0066] 예를 들어, 복합재료의 전체 평균 온도가 100℃일 때, 강화재 분산 위치 판단을 위한 제 1 기준온도범위는 107℃~125℃의 범위가 설정되고, 복합재료의 전체 온도 중에서 107℃~125℃의 범위에 포함되는 온도 부분을 강화재 분산 위치로 판단하게 된다. 그리고, 결함을 판단하기 위한 제 2 기준온도범위는 75℃~93℃의 범위가 설정되고, 복합재료의 전체 온도 중에서 75℃~93℃의 범위에 포함되는 온도 부분을 결함발생 부분으로 판단하게 되는 것이다.

[0067] 도 6은 강화재의 응집 상태를 분석 결과의 이미지이고, 도 7은 강화재 분산도 평가 및 복합재료의 상태를 분석한 결과의 이미지이다.

[0068] 도 6에 도시된 바와 같이 복합재료의 평균 온도보다 7%~25% 높거나 낮은 온도에서 강화재가 응집되어 있는 것이 분석되었다. 강화재가 응집되어 있는 경우, 형상이 불량으로 나타났으며, 이로 인하여 복합재료의 형상에 대한 문제를 바로 확인할 수 있게 되었다.

[0069] 또한 도 7에 도시된 바와 같이 강화재와 분산재는 강화재가 가지고 있는 열전도율과 고분자의 열전도율 차이가 다르기 때문에 같은 열량을 받는다 하더라도 열량을 보존하는 정도가 달라 온도차가 발생하고, 이러한 온도차를 통해 강화재의 위치를 분석할 수 있으며, 강화재의 위치 분석으로 강화재의 분산도를 분석할 수 있게 되었다.

[0070] 또한, 복합재료의 내부기공, 균열, 중합이 진행되지 않은 구간의 확인 즉 결함의 확인을 통해 복합재료의 물성을 분석할 수 있고, 구간별 강도를 확인할 수 있으며, 고분자 중합의 정도를 분석할 수 있게 되었다.

[0071] 이와 같이 본 발명은 열화상 카메라를 이용하여 성형 직후의 복합재료를 촬영하고 복합재료의 열화상에 나타나는 온도의 차이를 분석하여 내부의 결합 여부를 평가할 수 있고, 고분자 중합의 정도를 분석할 수 있으며, 복합재료의 구간별 물성을 쉽게 평가할 수 있게 된다.

[0072] 또한, 복합재료의 성형 직후에 결함 여부 및 물성을 바로 분석할 수 있기 때문에 제조시간을 단축할 수 있게 된다.

[0073] 또한, 강화재의 분산도를 쉽게 분석할 수 있어 고분자 복합재료의 빠른 상용화가 가능하게 된다.

[0074] 또한, 향후 성형장비에 적용시킬 경우 복합재료의 성형 상태를 모델화하는 기초 자료 마련이 가능하게 된다.

[0075] 또한, 열화상 카메라를 이용하기 때문에 평가 비용을 절감시킬 수 있으며, 시장성 및 상품성을 향상시킬 수 있게 된다.

[0076] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특징의 실시 예에 한정되지 아니한다. 즉, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 특허청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정은 균등물들로 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주 되어야 할 것이다.

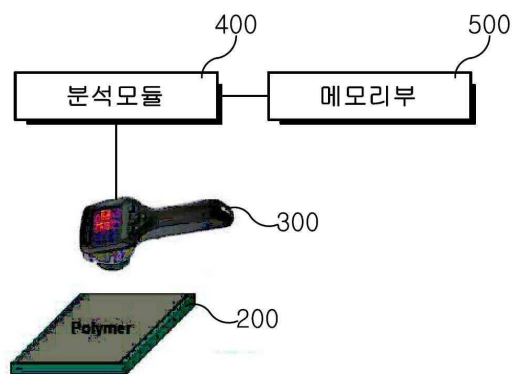
부호의 설명

[0077]

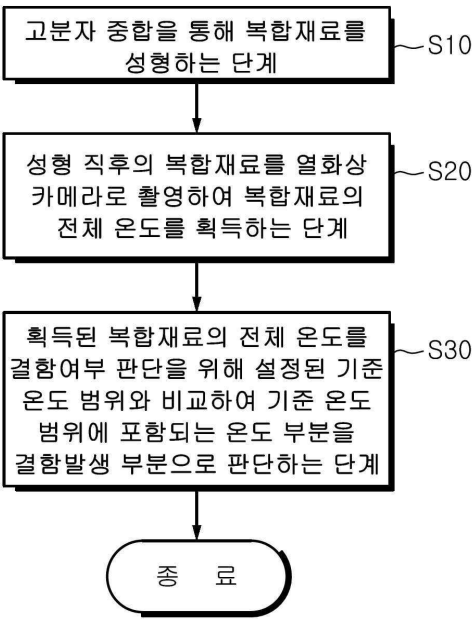
100: 몰드	200: 복합재료
300: 열화상 카메라	400: 분석모듈
500: 메모리부	

도면

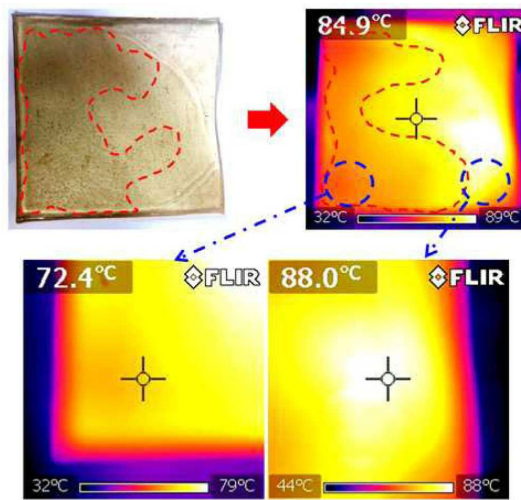
도면1



도면2

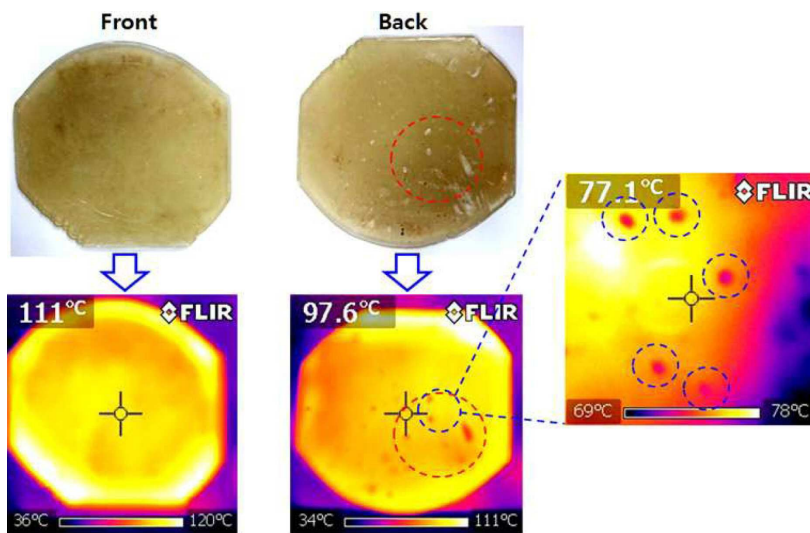


도면3



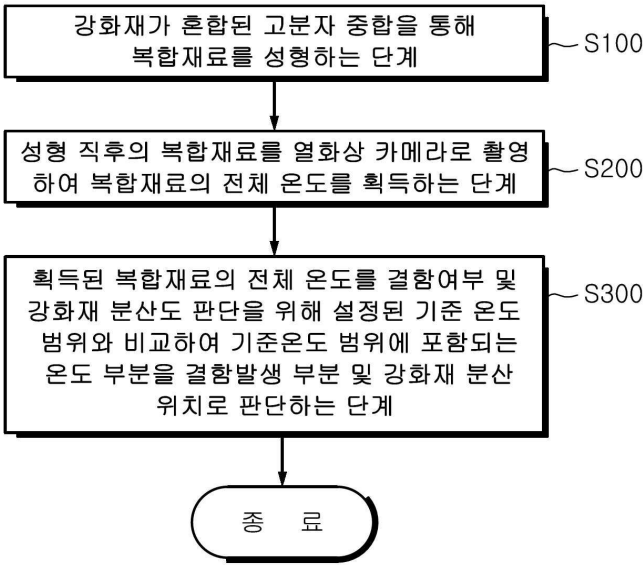
(p-DCPD 소재에 대한 성형 직후의 상태를 열화상카메라로 분석한 결과)

도면4

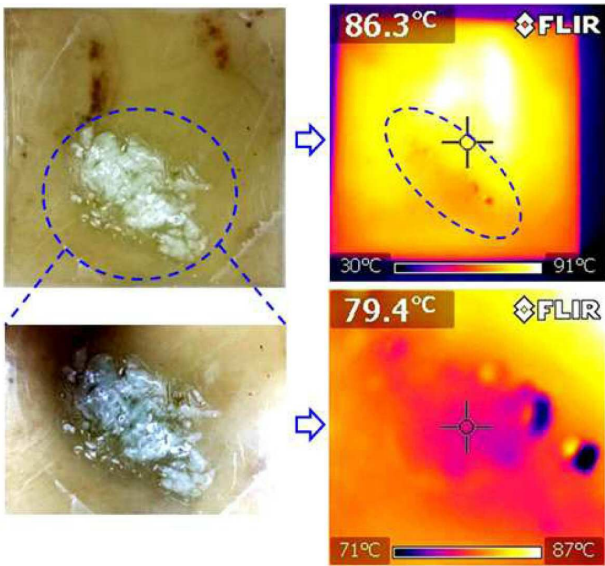


(시편내부의 기공 분석)

도면5



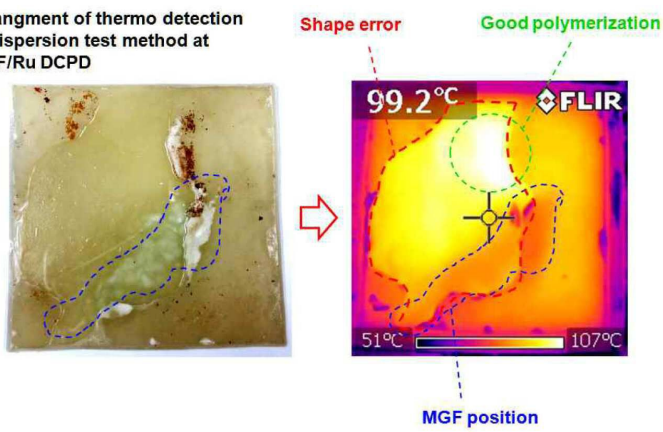
도면6



(강화재 응집 상태 분석 결과 이미지)

도면7

Arrangement of thermo detection
of dispersion test method at
MGF/Ru DCPD



(강화재 분산도 평가 및 시편 상태 분석)