(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0011452
(43) 공개일자 2022년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/27 (2020.01) *D01F 8/12* (2006.01)
G01N 3/303 (2006.01) *G06F 113/12* (2020.01)
(52) CPC특허분류
G06F 30/27 (2020.01)
D01F 8/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0090377
(22) 출원일자 2020년07월21일
심사청구일자 2020년07월21일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
박영빈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
노형도
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
전용준

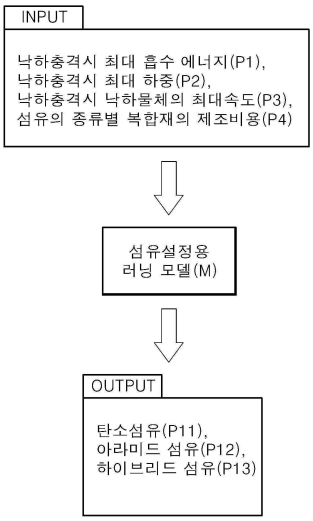
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법**

(57) 요 약

본 발명은, 머신 러닝을 이용하여 복합재의 설계시 설계자가 요구하는 목표값들에 적합한 섬유의 설계 파라미터들을 도출할 수 있기 때문에, 보다 신속하고 효율적으로 복합재의 설계가 가능한 이점이 있다. 또한, 낙하 충격 실험시 얻어지는 다량의 빅데이터 중에서 낙하 충격시 최대 흡수 에너지, 최대 하중, 낙하물체의 최대 속도, 섬유의 종류별 복합재의 제조 비용을 입력 변수로 하고, 섬유의 종류를 출력 변수로 하여 머신 러닝을 수행하여 섬유 설정용 러닝 모델을 생성함으로써, 실제 복합재의 설계시 설계자가 요구하는 목표값들에 대응하는 최적의 섬유의 종류를 도출할 수 있는 이점이 있다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
G01N 3/303 (2013.01)
G06F 2113/12 (2020.01)
(72) 발명자
이다훈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이인용
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	P0006669
과제번호	P0006669
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)
연구과제명	초소형 전기자동차 의장 플랫폼용 섬유강화 복합재 플로어 커버 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

실험 또는 시뮬레이션을 통해 얻어진 학습 데이터 중에서 외력 인가시 최대 흡수 에너지, 최대 하중, 외력의 최대 속도 및 섬유의 종류에 따른 제조 비용 중 적어도 일부를 입력 변수로 하고, 섬유의 종류를 포함하는 섬유의 설계 파라미터를 출력변수로 하여 머신 러닝을 수행하여, 상기 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 섬유 설정용 러닝 모델을 생성하는 모델 생성단계와;

복합재의 설계시 상기 섬유 설정용 러닝 모델에 설계자가 요구하는 외력 인가시 최대 흡수 에너지, 최대 하중, 외력의 최대 속도 및 섬유의 종류에 따른 제조 비용 중 적어도 일부를 포함하는 목표값들을 입력하여, 상기 섬유 설정용 러닝 모델로부터 상기 설계자가 요구하는 목표값들에 대응하는 상기 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 설계 파라미터 출력단계와;

상기 설계 파라미터 출력단계에서 출력된 상기 섬유의 설계 파라미터에 따라 상기 복합재를 설계하는 설계단계를 포함하는 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 섬유의 종류는, 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 상기 탄소 섬유와 상기 아라미드 섬유가 혼합된 하이브리드 섬유를 포함하는 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 섬유의 설계 파라미터는,

상기 섬유의 종류가 상기 하이브리드 섬유인 경우, 상기 탄소 섬유와 상기 아라미드 섬유의 혼합 비율을 더 포함하는 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 섬유의 설계 파라미터는,

섬유 플라이의 적층 개수, 상기 섬유의 배열 방향, 상기 섬유의 길이 및 상기 섬유의 직경 및 수지의 종류 중 적어도 하나를 더 포함하는 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 모델 생성단계에서는,

상기 학습 데이터를 대상으로 주성분 분석(PCA)을 수행하여, 상기 학습 데이터 중에서 상기 외력 인가시 최대 흡수 에너지, 상기 최대 하중, 상기 외력의 최대 속도 및 상기 섬유의 종류에 따른 제조 비용을 상기 입력 변수로 설정하는 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 외력은, 상기 복합재에 낙하 물체가 낙하 충격시 가해지는 힘인 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법.

청구항 7

낙하 충격 실험 또는 시뮬레이션을 통해 얻어진 데이터를 대상으로 주성분 분석(PCA)을 수행하여 낙하 충격시 최대 흡수 에너지, 낙하 충격시 최대 하중, 낙하 충격시 낙하물체의 최대 속도 및 섬유의 종류에 따른 복합재의 제조 비용 중 적어도 일부를 입력 변수로 하고, 섬유의 종류, 섬유 플라이의 적층 개수, 섬유의 배열 방향, 섬유의 길이, 섬유의 직경 및 수지의 종류 중 적어도 하나를 포함하는 섬유의 설계 파라미터를 출력변수로 하여 머신 러닝을 수행하여, 상기 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 섬유 설정용 러닝 모델을 생성하는 모델 생성단계와;

복합재의 설계시 상기 섬유 설정용 러닝 모델에 설계자가 요구하는 낙하 충격시 최대 흡수 에너지, 낙하 충격시 최대 하중, 낙하 충격시 낙하물체의 최대 속도 및 섬유의 종류에 따른 복합재의 제조 비용 중 적어도 일부를 포함하는 목표값을 입력하여, 상기 섬유 설정용 러닝 모델로부터 상기 설계자가 요구하는 목표값들에 대응하는 상기 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 설계 파라미터 출력단계와;

상기 설계 파라미터 출력단계에서 출력된 상기 섬유의 설계 파라미터에 따라 상기 복합재를 설계하는 설계단계를 포함하는 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 머신 러닝을 수행하여 섬유 설정용 러닝 모델을 구축함으로써, 복합재의 설계시 섬유 설정용 러닝 모델을 통해 최적의 섬유의 설계 파라미터를 도출할 수 있는 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 복합재(Composite)는 2가지 이상의 재료가 조합되어 물리적,화학적으로 서로 다른 상을 형성하면서 보다 유효한 기능을 발현하는 재료이다. 복합재는 강화재의 구조에 따라 섬유강화 복합재, 입자강화 복합재로 구분된다. 또한, 복합재는 기지재료(matrix)에 따라 고분자복합재료, 금속 복합재료, 세라믹 복합재료로 구분된다.

[0003] 상기 섬유강화 복합재는, 유리 섬유나 탄소 섬유 또는 아라미드 섬유 같은 다양한 고강도 섬유가 사용된다. 상기 섬유강화 복합재의 설계시 상기 섬유강화 복합재의 용도나 요구 강도 등을 포함한 사용 조건에 따라 섬유의 사양이 다르게 설계되어야 한다.

[0004] 따라서, 상기 섬유강화 복합재의 사용 조건에 적합한 섬유를 결정하기 위한 보다 효율적이면서도 신뢰도가 높은 방법이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0396138호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은, 머신 러닝을 이용하여 섬유의 설계 파라미터를 보다 효율적으로 설정할 수 있는 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법은, 실험 또는

시뮬레이션을 통해 얻어진 학습 데이터 중에서 외력 인가시 최대 흡수 에너지, 최대 하중, 외력의 최대 속도 및 섬유의 종류에 따른 제조 비용 중 적어도 일부를 입력 변수로 하고, 섬유의 종류를 포함하는 섬유의 설계 파라미터를 출력변수로 하여 머신 러닝을 수행하여, 상기 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 섬유 설정용 러닝 모델을 생성하는 모델 생성단계와; 복합재의 설계시 상기 섬유 설정용 러닝 모델에 설계자가 요구하는 외력 인가시 최대 흡수 에너지, 최대 하중, 외력의 최대 속도 및 섬유의 종류에 따른 제조 비용 중 적어도 일부를 포함하는 목표값들을 입력하여, 상기 섬유 설정용 러닝 모델로부터 상기 설계자가 요구하는 목표값들에 대응하는 상기 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 설계 파라미터 출력단계와; 상기 설계 파라미터 출력단계에서 출력된 상기 섬유의 설계 파라미터에 따라 상기 복합재를 설계하는 설계단계를 포함한다.

[0008] 상기 섬유의 종류는, 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 상기 탄소 섬유와 상기 아라미드 섬유가 혼합된 하이브리드 섬유를 포함한다.

[0009] 상기 섬유의 설계 파라미터는, 상기 섬유의 종류가 상기 하이브리드 섬유인 경우, 상기 탄소 섬유와 상기 아라미드 섬유의 혼합 비율을 더 포함한다.

[0010] 상기 섬유의 설계 파라미터는, 섬유 플라이의 적층 개수, 상기 섬유의 배열 방향, 상기 섬유의 길이 및 상기 섬유의 직경 및 수지의 종류 중 적어도 하나를 더 포함한다.

[0011] 상기 모델 생성단계에서는, 상기 학습 데이터를 대상으로 주성분 분석(PCA)을 수행하여, 상기 학습 데이터 중에서 상기 외력 인가시 최대 흡수 에너지, 상기 최대 하중, 상기 외력의 최대 속도 및 상기 섬유의 종류에 따른 제조 비용을 상기 입력 변수로 설정한다.

[0012] 상기 외력은, 상기 복합재에 낙하 물체가 낙하 충격시 가해지는 힘이다.

[0013] 본 발명의 다른 측면에 따른 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법은, 낙하 충격 실험 또는 시뮬레이션을 통해 얻어진 데이터를 대상으로 주성분 분석(PCA)을 수행하여 낙하 충격시 최대 흡수 에너지, 낙하 충격시 최대 하중, 낙하 충격시 낙하물체의 최대 속도 및 섬유의 종류에 따른 복합재의 제조 비용 중 적어도 일부를 입력 변수로 하고, 섬유의 종류, 섬유 플라이의 적층 개수, 섬유의 배열 방향, 섬유의 길이, 섬유의 직경 및 수지의 종류 중 적어도 하나를 포함하는 섬유의 설계 파라미터를 출력변수로 하여 머신 러닝을 수행하여, 상기 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 섬유 설정용 러닝 모델을 생성하는 모델 생성단계와; 복합재의 설계시 상기 섬유 설정용 러닝 모델에 설계자가 요구하는 낙하 충격시 최대 흡수 에너지, 낙하 충격시 최대 하중, 낙하 충격시 낙하물체의 최대 속도 및 섬유의 종류에 따른 복합재의 제조 비용 중 적어도 일부를 포함하는 목표값을 입력하여, 상기 섬유 설정용 러닝 모델로부터 상기 설계자가 요구하는 목표값들에 대응하는 상기 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 설계 파라미터 출력단계와; 상기 설계 파라미터 출력단계에서 출력된 상기 섬유의 설계 파라미터에 따라 상기 복합재를 설계하는 설계단계를 포함한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명은, 머신 러닝을 이용하여 복합재의 설계시 설계자가 요구하는 목표값들에 적합한 섬유의 설계 파라미터들을 도출할 수 있기 때문에, 보다 신속하고 효율적으로 복합재의 설계가 가능한 이점이 있다.

[0015] 또한, 낙하 충격 실험시 얻어지는 다량의 빅데이터 중에서 낙하 충격시 최대 흡수 에너지, 최대 하중, 낙하물체의 최대 속도, 섬유의 종류별 복합재의 제조 비용을 입력 변수로 하고, 섬유의 종류를 출력 변수로 하여 머신 러닝을 수행하여 섬유 설정용 러닝 모델을 생성함으로써, 실제 복합재의 설계시 설계자가 요구하는 목표값들에 대응하는 최적의 섬유의 종류를 도출할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법을 나타낸 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 머신 러닝을 수행하여 섬유 설정용 러닝 모델을 생성하는 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 섬유 설정용 러닝 모델을 이용하여, 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 방법을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법을 나타낸 순서도이다.

[0019] 본 발명의 실시예에서 머신 러닝을 수행하고, 머신 러닝을 통해 구축된 모델로부터 설계 파라미터를 도출하는 주체는 컴퓨터(미도시)인 것으로 예를 들어 설명한다.

[0020] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 머신 러닝을 이용하여 복합재 설계를 위한 섬유의 설계 파라미터를 설정하는 방법은, 모델 생성단계(S1), 설계 파라미터 출력단계(S2) 및 설계단계(S3)를 포함한다.

[0021] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 머신 러닝을 수행하여 섬유 설정용 러닝 모델을 생성하는 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0022] 도 2를 참조하면, 상기 모델 생성단계(S1)는, 외력을 인가하는 실험 또는 시뮬레이션을 통해 얻어진 학습 데이터를 머신 러닝하여, 섬유 설정용 러닝 모델(M)을 생성한다.

[0023] 본 실시예에서는, 상기 외력은, 기설정된 복합재에 낙하 물체가 낙하 충격시 가해지는 힘인 것으로 예를 들어 설명하고, 상기 학습 데이터는 상기 복합재에 대해 낙하 충격 실험을 통해 얻어진 빅데이터로부터 얻어진 측정값인 것으로 예를 들어 설명한다.

[0024] 다만, 이에 한정되지 않고, 상기 실험 또는 시뮬레이션은 외력을 인가하는 시험이외에도 복합재의 성능을 평가할 수 있는 것이라면 어느 것이나 적용 가능하다.

[0025] 상기 낙하 충격 실험을 통해 얻어진 다량의 빅데이터는 주성분 분석(PCA, Principal Component Analysis)을 수행하여, 섬유의 설계 파라미터와 관련 있는 의미있는 데이터(Principal Component)로 분류하고, 분류된 데이터를 학습 데이터로 이용한다.

[0026] 상기 모델 생성단계(S1)에서는, 상기 학습 데이터 중에서 일부는 입력 변수로 하고, 나머지는 출력 변수로 하여, 머신 러닝을 수행하여 상기 섬유 설정용 러닝 모델(M)을 생성한다.

[0027] 상기 머신 러닝을 위한 입력 변수는, 낙하 충격시 최대 흡수 에너지(P1), 낙하 충격시 최대 하중(P2), 낙하 충격시 낙하물체의 최대 속도(P3) 및 섬유의 종류에 따른 복합재의 제조 비용(P4)를 포함한다.

[0028] 상기 머신 러닝을 위한 출력 변수는, 상기 복합재의 설계를 위해 필요한 섬유의 설계 파라미터를 포함한다. 상기 섬유의 설계 파라미터는, 섬유의 종류(P10), 섬유 플라이의 적층개수(P20), 섬유의 배열방향(P30), 섬유의 길이(P40), 섬유의 직경(P50) 및 수지의 종류(P60)중 적어도 하나를 포함한다.

[0029] 이하, 본 실시예에서는, 상기 섬유의 설계 파라미터(P10~P60) 중에서 상기 섬유의 종류(P10)만을 출력 변수로 하여 머신 러닝하는 것으로 예를 들어 설명한다.

[0030] 다만, 이에 한정되지 않고, 상기 섬유의 설계 파라미터(P10~P60) 중에서 일부 파라미터 또는 일부 파라미터들의 조합 또는 전체 파라미터들을 출력 변수로 설정하는 것도 물론 가능하다.

[0031] 상기 섬유의 종류(P10)는, 탄소 섬유(P11), 아라미드 섬유(P12), 상기 탄소 섬유와 상기 아라미드 섬유가 혼합된 하이브리드 섬유(P13)를 포함한다. 다만, 이에 한정되지 않고, 탄소 섬유나 아라미드 섬유 이외에 다른 섬유이거나 다른 섬유를 더 포함하는 하이브리드 섬유인 것도 물론 가능하다.

[0032] 상기 섬유의 종류(P10)가 상기 하이브리드 섬유인 경우, 상기 섬유의 설계 파라미터는 상기 탄소 섬유와 상기 아라미드 섬유의 혼합 비율을 더 포함할 수 있다.

[0033] 상기 모델 생성단계(S1)에서 상기 입력 변수와 상기 출력 변수를 하여 머신 러닝을 수행하면, 상기 입력 변수에 따라 상기 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 섬유 설정용 러닝 모델(M)이 생성된다.

[0034] 상기와 같이 상기 섬유 설정용 러닝 모델(M)이 생성되면, 상기 설계 파라미터 출력단계(S2)를 수행한다.

[0035] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 섬유 설정용 러닝 모델을 이용하여, 섬유의 설계 파라미터를 출력하는 방법을 도시한 도면이다.

[0036] 도 3을 참조하면, 상기 설계 파라미터 출력단계(S2)에서는, 실제 복합재의 설계시 상기 섬유 예측 러닝 모델(M)에 설계자가 요구하는 목표값들을 입력하면, 상기 설계자가 요구하는 목표값들에 대응하는 상기 섬유의 설계

파라미터가 출력된다.

[0037] 상기 섬유 예측 러닝 모델(M)에 입력되는 실전용 입력 변수들은, 상기 설계자가 요구하는 목표값들이고, 관리자가 별도의 입력부를 통해 입력한 설정값들이다.

[0038] 상기 실전용 입력 변수들은, 낙하 충격시 최대 흡수 에너지(P1), 낙하 충격시 최대 하중(P2), 낙하 충격시 낙하 물체의 최대 속도(P3) 및 섬유의 종류에 따른 복합재의 제조 비용(P4)에 대한 각각의 목표값들이다.

[0039] 상기 섬유 예측 러닝 모델(M)에서 출력된 상기 섬유의 종류는, 상기 낙하 충격시 최대 흡수 에너지(P1), 상기 낙하 충격시 최대 하중(P2), 상기 낙하 충격시 낙하 물체의 최대 속도(P3) 및 상기 섬유의 종류에 따른 복합재의 제조 비용(P4)에 대응하는 최적의 섬유이다.

[0040] 예를 들어, 상기 섬유 예측 러닝 모델(M)에서는 상기 목표값들에 대응하는 최적의 섬유의 종류로 상기 탄소 섬유, 상기 아라미드 섬유, 상기 하이브리드 섬유 중 적어도 하나를 출력한다. 즉, 상기 낙하 충격시 최대 흡수 에너지(P1), 상기 낙하 충격시 최대 하중(P2), 상기 낙하 충격시 낙하 물체의 최대 속도(P3) 및 상기 섬유의 종류에 따른 복합재의 제조 비용(P4)에 대한 각각의 목표값들을 만족할 수 있는 최적의 섬유를 설정하여 출력한다.

[0041] 상기와 같이, 상기 섬유 설정용 러닝 모델로부터 상기 목표값들에 대응하는 상기 섬유의 종류가 출력되면, 상기 설계단계(S3)에서는 출력된 섬유의 종류에 따라 상기 복합재를 설계한다.

[0042] 상기와 같이, 머신 러닝을 이용하여, 상기 복합재의 설계시 설계자가 요구하는 목표값들에 적합한 섬유의 종류를 도출할 수 있기 때문에, 보다 신속하고 효율적으로 복합재의 설계가 가능한 이점이 있다.

[0044] 한편, 상기와 같이 본 실시예에서는, 상기 섬유 설정용 러닝 모델로부터 출력되는 섬유의 설계 파라미터는 섬유의 종류인 것으로 예를 들어 설명하였으나, 이에 한정되지 않고, 상기 섬유의 종류(P10) 이외에 상기 섬유 플라이의 적층개수(P20), 상기 섬유의 배열방향(P30), 상기 섬유의 길이(P40), 상기 섬유의 직경(P50) 및 상기 수지의 종류(P60) 중 적어도 일부를 더 포함하는 것도 물론 가능하다. 또한, 상기 섬유의 종류(P10)가 하이브리드 섬유일 경우, 상기 탄소 섬유와 상기 아라미드 섬유의 혼합 비율을 출력하는 것도 물론 가능하다.

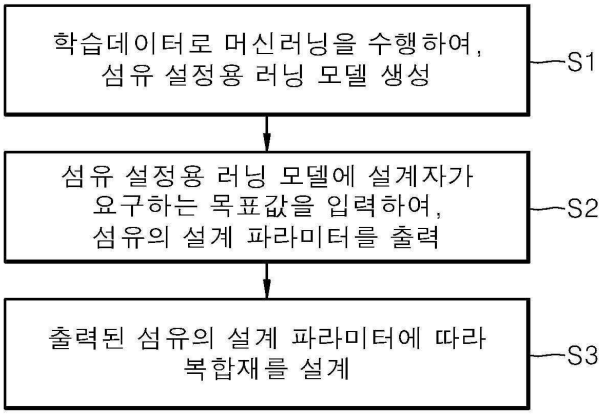
[0045] 이 때, 상기 모델 생성단계(S1)에서는, 상기 섬유의 종류(P10), 상기 섬유 플라이의 적층개수(P20), 상기 섬유의 배열방향(P30), 상기 섬유의 길이(P40), 상기 섬유의 직경(P50) 및 상기 수지의 종류(P60)를 1개의 섬유 설정용 러닝 모델에서 모두 도출하는 것도 가능하다.

[0046] 또한, 상기 모델 생성단계(S1)에서는, 상기 섬유의 종류(P10), 상기 섬유 플라이의 적층개수(P20), 상기 섬유의 배열방향(P30), 상기 섬유의 길이(P40), 상기 섬유의 직경(P50) 및 상기 수지의 종류(P60)를 각각 도출할 수 있는 6개의 서로 다른 제1,2,3,4,5,6섬유 설정용 러닝 모델을 각각 생성하는 것도 물론 가능하다.

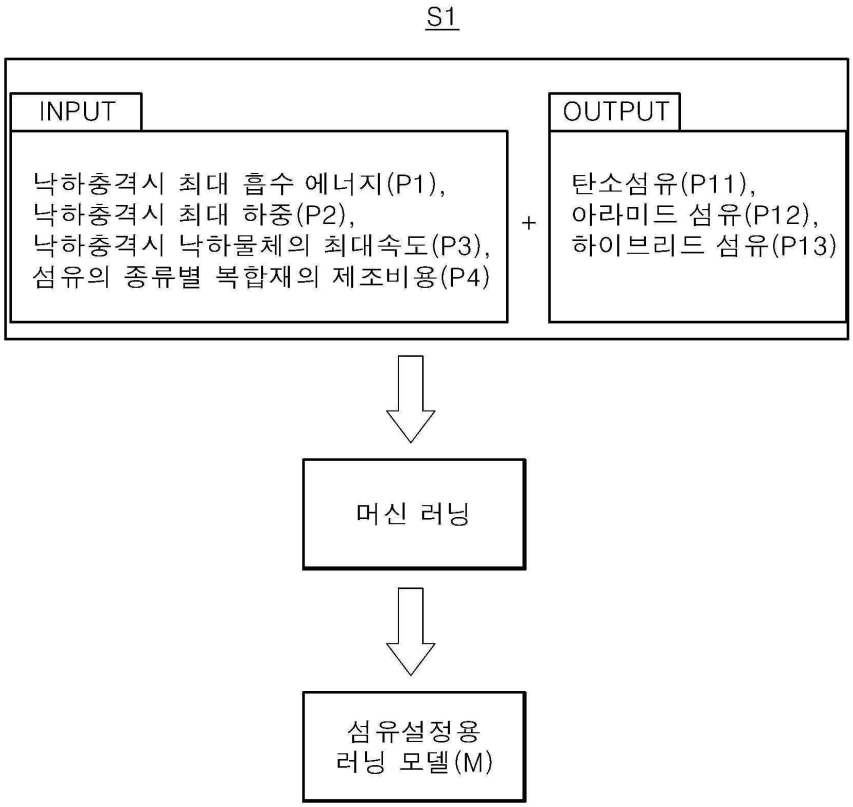
[0048] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

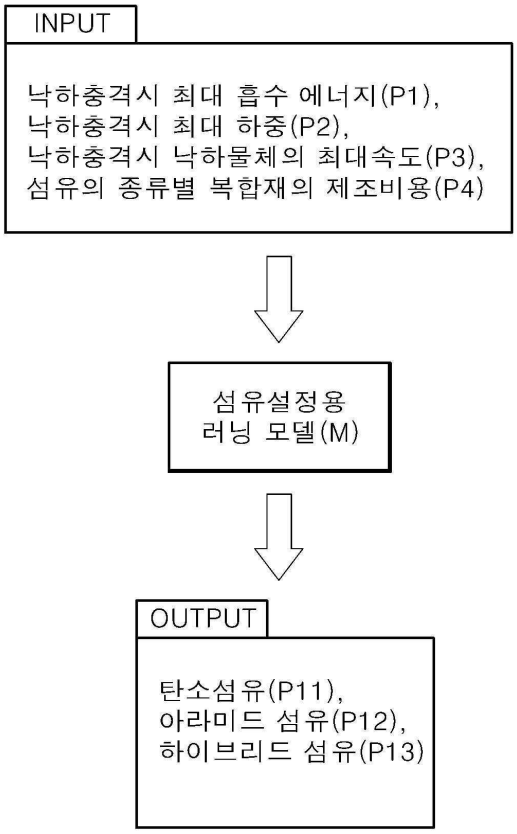
도면1


학습데이터로 머신러닝을 수행하여,
섬유 설정용 러닝 모델 생성
S1
섬유 설정용 러닝 모델에 설계자가
요구하는 목표값을 입력하여,
섬유의 설계 파라미터를 출력
S2
출력된 섬유의 설계 파라미터에 따라
복합재를 설계
S3

도면2


S1
INPUT
낙하충격시 최대 흡수 에너지(P1),
낙하충격시 최대 하중(P2),
낙하충격시 낙하물체의 최대속도(P3),
섬유의 종류별 복합재의 제조비용(P4)
+
OUTPUT
탄소섬유(P11),
아라미드 섬유(P12),
하이브리드 섬유(P13)
머신 러닝
섬유설정용
러닝 모델(M)

도면3


INPUT
낙하충격시 최대 흡수 에너지(P1),
낙하충격시 최대 하중(P2),
낙하충격시 낙하물체의 최대속도(P3),
섬유의 종류별 복합재의 제조비용(P4)
섬유설정용
러닝 모델(M)
OUTPUT
탄소섬유(P11),
아라미드 섬유(P12),
하이브리드 섬유(P13)