

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

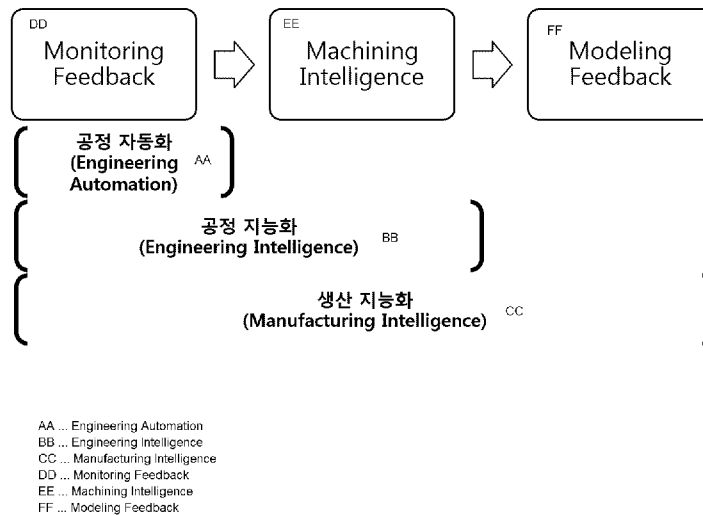
(43) 국제공개일
2018 년 10 월 4 일 (04.10.2018) WIPO | PCT

WO 2018/182269 A1

- (51) 국제특허분류: *B29C 64/386* (2017.01) *B33Y 50/02* (2015.01) **Hye In**; 14102 경기도 안양시 동안구 부림로 13, 603동 1402호, Gyeonggi-do (KR).
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/003573 (74) 대리인: 남충우 (NAM, Choong Woo); 06296 서울시 강남구 논현로34길 26, 4층, Seoul (KR).
- (22) 국제출원일: 2018 년 3 월 27 일 (27.03.2018)
- (25) 출원언어: 한국어 (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0041939 2017 년 3 월 31 일 (31.03.2017) KR
- (71) 출원인: 전자부품연구원 (KOREA ELECTRONICS TECHNOLOGY INSTITUTE) [KR/KR]; 13509 경기도 성남시 분당구 새나리로 25, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 신화선 (SHIN, Hwa Seon); 16903 경기도 용인시 기흥구 보정로 26, 101동 1601호, Gyeonggi-do (KR). 전성환 (CHUN, Sung Hwan); 01361 서울시 도봉구 시루봉로5길 48, 103동 904호, Seoul (KR). 이혜인 (LEE, (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: METHOD FOR MONITORING 3D PRINTING EQUIPPED WITH 3D PRINTING SLICER AND RECUSIVE LOOP STRUCTURE

(54) 발명의 명칭: 3D 프린팅 슬라이서와 재귀 루프 구조가 장착된 3D 프린팅 모니터링 방법



(57) Abstract: Provided is a method for monitoring 3D printing equipped with a 3D printing slicer and a recursive loop structure. A 3D printing method according to an embodiment of the present invention sets up a slicing environment for 3D printing of a 3D model, generates a mechanical code by performing slicing according to the setup environment, monitors the status of the 3D printing according to the generated mechanical code, and, depending on the monitoring result, determines whether or not to re-perform the setup and subsequent steps. Accordingly, by semi- or fully automating the 3D printing engineering process, the time and effort for engineering performance involving human participation are reduced, and the human resource is concentrated on a more important area, such that the effects of enhancing the 3D printing output quality and assuring the quality can be expected.

(57) 요약서: 3D 프린팅 슬라이서와 재귀 루프 구조가 장착된 3D 프린팅 모니터링 방법이 제공된다. 본 발명의 실시예에 따른 3D 프린팅 방법은, 3D 모델에 대한 3D 프린팅을 위한 슬라이싱 환경을 설정하고, 설정된 환경에 따라 슬라이싱을 수행하여 기계 코드를 생성하며, 생성한 기계 코드에 따른 3D 프린팅 상황을 모니터링하고, 모니터링 결과에 따라 설정 단계부터의 재수행 여부를 결정한다. 이에 의해, 3D 프린팅 공정 과정을 반자동 또는 자동화시켜서 사람이 참여하는 공정 수행 시간과 노력을 줄이고 좀더 중요한 곳에 인력 자원을 집중시켜서 3D 프린팅 출력 품질 향상 및 품질 보증 효과를 기대할 수 있다.



ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 3D 프린팅 슬라이서와 재귀 루프 구조가 장착된 3D 프린팅 모니터링 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 3D 프린팅 관련 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 3D 프린팅을 모니터링/개선하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 도 1은 3D 프린팅 출력 워크플로우를 나타낸 도면이다. 3D 프린팅의 출력 워크플로우는, 도 1에 도시된 바와 같이, 모델링(Modeling), 슬라이싱(Slicing 또는 Machining), 모니터링(Monitoring)의 세 절차로 구성되며, 이들 세 절차는 단계적으로 수행된다.
- [3] 3D 프린팅 출력 결과물에 문제가 발생할 경우, 사람이 수동으로 이 절차를 재수행하고 있다. 예를 들어, 슬라이스된 한 개의 층(Layer)을 출력하는 과정에서 레이저 빔 또는 3D 프린팅 노즐이 스캔(Scan)한 경로(Path)와 경로 사이에 틈이 발생하는 출력 결과물에 오류가 발생할 수 있다. 이 경우 출력 담당자는 3D 프린팅 출력을 중지하고 슬라이싱 절차로 다시 이동하여 슬라이서 SW에서 제공하는 파라미터(Parameter)를 조절한 후, 다시 3D 프린팅 출력을 진행하고 다시 그 진행상황을 확인하는 식이다.
- [4] 즉, 사람이 육안으로 출력 결과물에 대해 모니터링을 하고 출력 결과물에 오류가 의심될 때 출력을 중지하고 이전 단계로 이동하여 재작업을 하는 방식인데, 정확성과 일관성에 대한 문제와 3D 프린팅 작업 시간을 연장 시키는 문제를 유발한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 3D 프린터 장비가 모니터링 수단을 통해 출력 결과물의 이상 여부를 판단한 결과를 바탕으로, 슬라이싱 절차, 또는 그 이전의 모델링 절차가 자동 또는 반자동으로 수행되어, 출력 결과물의 오류를 해결하고 최적 공정 조건을 찾아내는 방법을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [6] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 3D 프린팅 방법은, 3D 모델에 대한 3D 프린팅을 위한 슬라이싱 환경을 설정하는 단계; 설정된 환경에 따라 슬라이싱을 수행하여 기계 코드를 생성하는 단계; 생성한 기계 코드에 따른 3D 프린팅 상황을 모니터링하는 단계; 모니터링 결과에 따라 설정 단계부터의 재수행 여부를 결정하는 단계;를 포함한다.
- [7] 그리고, 결정 단계는, 3D 프린팅 결과 오류가 발생한 경우에는 설정 단계부터의

재수행을 결정할 수 있다.

- [8] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 프린팅 방법은, 3D 프린팅 결과 오류가 발생하지 않은 경우에는, 설정 단계에서의 설정 환경을 최적 공정 설정으로 저장하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

- [9] 그리고, 설정 단계는, 슬라이싱을 위한 변수, 범위 및 단계 중 적어도 하나를 설정할 수 있다.

- [10] 또한, 설정 단계는, 이전에 수행된 설정 단계와 모니터링 단계를 통해 수집된 데이터를 기반으로 한 기계 학습된 슬라이서 SW가 자동으로 수행할 수 있다.

- [11] 그리고, 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 프린팅 방법은, 모니터링 결과에 따라, 3D 모델에 대한 모델링을 수정하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

- [12] 또한, 수정 단계는, 사용자가 설정한 항목 및 자동 설정 항목 중 적어도 하나를 바탕으로 모델링을 수정할 수 있다.

- [13] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 컴퓨팅 시스템은, 3D 프린팅 장비와 통신 연결된 통신부; 3D 모델에 대한 3D 프린팅을 위한 슬라이싱 환경을 설정하고, 설정된 환경에 따라 슬라이싱을 수행하여 기계 코드를 생성하며, 생성한 기계 코드에 따른 3D 프린팅 장비의 3D 프린팅 상황을 모니터링하고, 모니터링 결과에 따라 설정 단계부터의 재수행 여부를 결정하는 프로세서;를 포함한다.

발명의 효과

- [14] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예들에 따르면, 3D 프린팅 공정 과정을 반자동 또는 자동화시켜서 사람이 참여하는 공정 수행 시간과 노력을 줄이고 좀더 중요한 곳에 인력 자원을 집중시켜서 3D 프린팅 출력 품질 향상 및 품질 보증 효과를 기대할 수 있다.

- [15] 3D 프린팅은 산업 전반에 큰 변화를 일으킬 수 있는 기술이지만 아직까지 활성화되지 못한 이유는 출력물의 품질 및 이를 보증할 기술이 미미한 것이 주요한 원인이므로, 본 발명의 실시예들에 따르면 출력물의 품질 향상 및 품질 보증을 기대할 수 있어, 3D 프린팅 산업을 활성화 및 신시장 창출에 기여할 수 있다.

- [16] 또한, 본 발명의 실시예들에 따르면, 산업 현장에 요구되는 순서에 따라 단계적 기술 확보를 통한 기술 발전 효과를 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [17] 도 1은 3D 프린팅 출력 워크플로우를 나타낸 도면,
 [18] 도 2는 3D 프린팅 워크플로우를 상세히 나타낸 도면,
 [19] 도 3은 3D 프린팅 3-M 단계별 세부 기술 항목들을 나타낸 도면,
 [20] 도 4는 본 발명의 실시예에 대한 전체 개념 설명에 제공되는 도면,
 [21] 도 5는 모니터링 피드백의 개념 설명에 제공되는 도면,
 [22] 도 6은 모니터링 피드백 방법에 따른 작업 과정의 구체적인 설명에 제공되는 흐름도,

- [23] 도 7은 빅데이터 기계 학습의 개념 설명에 제공되는 도면,
- [24] 도 8은 모니터링 빅데이터 기반 슬라이싱 단계 기계 학습 과정의 구체적인 설명에 제공되는 흐름도,
- [25] 도 9는 모델링 피드백의 개념 설명에 제공되는 도면,
- [26] 도 10은 모델링 피드백 과정의 구체적인 설명에 제공되는 흐름도,
- [27] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 컴퓨팅 시스템의 블록도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [28] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [29] 1. 3D 프린팅 워크플로우
- [30] 도 2는 3D 프린팅 워크플로우를 상세히 나타낸 도면이다. 3D 프린팅 워크플로우는, 도 2에 도시된 바와 같이, 크게 세 단계(3-M, 모델링-머시닝-모니터링)로 구분할 수 있다. 각 단계들은 별도의 SW 제품으로 수행된다. 도 3에는 3D 프린팅 3-M 단계별 세부 기술 항목들을 나타내었다.
- [31] 1.1 모델링(Modeling for AM)
- [32] 모델링 단계는 CAD 데이터를 입력 데이터로 하는 기존의 모델링(Conventional Modeling)이 아닌 폴리곤 메시 데이터(예: STL 파일)를 입력 데이터로 하는 새로운 SW에 의해 수행된다.
- [33] STL 파일은 모델링 단계와 머시닝 단계 사이에 전달되는 데이터 형식으로, CAD 데이터가 아닌 폴리곤 메시(Polygonal Mesh) 데이터이다.
- [34] 도 2의 좌측에 도시된 바와 같이, 모델링 단계에서는 기존 모델링 도구(예: CAD), 3D 스캐너, 인터넷, 그리고 CT/MRI 등에서 생성된 STL 파일을 입력으로 받는다.
- [35] 그리고, 모델링 단계에서는 입력된 폴리곤 메시 데이터를 기반으로 직접 모델링(Direct Modeling)을 수행하거나, 위상 최적화(Topology Optimization)와 격자 내부 구조 생성(Lattice Structures)을 통해 모델링을 수행한다.
- [36] 이 과정에서, 폴리곤 메시 데이터 기반의 FEA(Finite Element Analysis), CFD(Computational Fluid Dynamics), MBD(Multibody Dynamics) 등의 CAE(Computer Aided Engineering)를 선택적으로 수행한다.
- [37] 1.2 머시닝(Machining for AM)
- [38] 머시닝 단계는 3D 프린팅에 필수적인 단계로, 입력된 3D 모델 데이터를 슬라이싱(Slicing) 한 후 3D 프린터 장비가 인식하는 기계 코드(예: G-코드)로 변환하는 과정이다.
- [39] G-Code 파일은 머시닝 단계와 모니터링 단계 사이에 전달되는 데이터 형식으로, 3D 프린터 장비에 따라 지원되는 형식이 다른 기계 코드이다.
- [40] 머시닝 단계는 폴리곤 메시를 다루는 요소(Mesh Correction, Mesh Orientation, Mesh Slicing), 서포트 외부 구조 생성(Support Structure)과 같은 모델링 요소, 그리고 경로 계획(Path Planning)과 같은 머시닝 요소가 복합된 영역이다.

- [41] 1.3 모니터링(Monitoring for AM)
- [42] 모니터링 단계는 3D 프린터 장비 내 출력 공정 및 출력 형상을 모니터링 하는 단계이다.
- [43] 모니터링 단계에서는, 3D 프린팅 출력의 근간이 되는 노즐 또는 레이저 빔의 정렬(Nozzle Calibration), 출력 과정을 관찰하는 공정 모니터링(Process Monitoring) 및 원본 3D 모델과 출력한 형상을 비교하는 형상 모니터링(Shape Monitoring) 등이 수행된다.
- [44] 2. 3D 프린팅 단계들 간 피드백에 의한 3D 프린팅 개선 방안
- [45] 도 4는 본 발명의 실시예에 대한 전체 개념 설명에 제공되는 도면이다. 3D 프린팅 품질을 개선하기 위해, 본 발명의 실시예에서는, 1) 모니터링 피드백(Monitoring Feedback), 2) 빅데이터 기계 학습 및 3) 모델링 피드백(Modeling Feedback)을 제시하며, 이하에서 하나씩 상세히 설명한다.
- [46] 2.1 모니터링 피드백(Monitoring Feedback)
- [47] 모니터링 피드백은 공정 자동화(Engineering Automation)를 위한 기술 구성이다. 도 5는 모니터링 피드백의 개념 설명에 제공되는 도면이다.
- [48] 도 5에 도시된 바와 같이, 슬라이싱 단계와 모니터링 단계 사이에 피드백 단계를 마련하여 앞서 출력 과정에 오류가 발생한 경우, 이 피드백 단계를 바탕으로, 사용자가 지정한 공정 변수(파라미터)와 범위 및 단계 값 등에 따라 단계적으로 슬라이싱 단계로 이동하여 기계코드(예: G-Code)를 다시 생성한 후 출력을 재가동하는 자동 공정 시험(Auto Pilot) 절차를 수행한다.
- [49] 사용자가 지정하는 공정 변수(파라미터)의 종류는 3D 프린터의 출력 방식, 소재, 장비 특성 등에 따라 상이할 수 있으며, 레이저를 사용하는 금속(Metal) 3D 프린터(SLM 방식 등)를 기준으로 주요 공정 변수의 종류는 다음과 같다:
- [50] - 레이저 파워(Laser Power)
- [51] - 빔 직경(Beam Diameter 또는 Nozzle Size)
- [52] - 스캔 속도(Scan Speed 또는 Nozzle Speed)
- [53] - 층 두께(Layer Thickness)
- [54] - 해칭 간격(Hatching Distance 또는 Extruder Width)
- [55] - 스캔 전략(Scanning Strategy 또는 Hatching Strategy/Pattern)
- [56] - 충전 밀도(Packing Density)
- [57] 에너지 밀도(Energy Density)는 다음 수식과 같이 속도(Speed), 해칭 간격(Hatching Distance), 층 두께(Layer Thickness)에 반비례하고 파워(Power)에 비례하기 때문에 초기 공정 작업은 이들 변수 최적화에 집중된다.
- [58]
- $$E = \frac{P}{v \cdot h \cdot t}$$
- P: power, v: speed, h: hatching distance, t: layer thickness*
- [59] 따라서, 본 발명의 실시예에 따라 이들 주요 공정 변수만이라도 자동으로 최적

- 공정 변수가 도출되는 "공정 자동화(Engineering Automation)"가 가능해진다.
- [60] 도 6은 모니터링 피드백 방법에 따른 작업 과정의 구체적인 설명에 제공되는 흐름도이다.
- [61] 도 6에 도시된 바와 같이, 먼저 슬라이싱 단계에서 자동 공정(Auto Pilot) 작업을 수행할 대상 공정 변수(파라미터)와 범위 및 단계 값을 설정한다(S110). 예를 들어, 층 두께 범위(Layer Thickness Range)를 "0.3mm ~ 1.0mm"로 설정하고, 단계(Step Size) 값을 "0.05mm"로 설정하는 것이다.
- [62] 다음, 자동 공정(Auto Pilot)을 실행하여(S120), S110단계에서 입력된 공정 변수와 범위 및 단계 값에 따라 루프를 가동한다.
- [63] 구체적으로, 해당 공정 변수에 따라 기계 코드를 생성하고(S130), 생성된 기계코드를 3D 프린팅 장비에 인가하여 3D 프린팅을 가동하고(S140), 이와 동시에 모니터링을 가동하여 각 층마다(Each Layer) 출력 상황을 관찰한다(S150).
- [64] 출력 중 모니터링 결과 오류 발생하는 경우(S160-Y), 3D 프린팅 가동을 중지하고(S170), S120단계부터 재수행하여, 공정 변수, 범위 및 단계 값 등이 변경 설정되어 이후 절차들이 수행된다.
- [65] 반면, 출력 중 모니터링 결과 오류가 발생하지 않은 경우, 즉, 출력 성공인 경우(S160-N), 루프를 빠져나가, 최종 설정 값을 최적 공정 파라미터로 저장하고(S180), 최종 결과를 사용자에게 알려준다(S190).
- [66] 2.2 빅데이터 기계 학습
- [67] 빅데이터 기계 학습은 공정 지능화(Engineering Intelligence)를 위한 기술 구성이다. 도 7은 빅데이터 기계 학습의 개념 설명에 제공되는 도면이다.
- [68] 도 7에 도시된 바와 같이, "2.1 모니터링 피드백" 기술에서 슬라이싱 단계와 모니터링 단계 사이에 피드백 단계를 구비한 것에 추가하여, 모니터링 단계와 자동 공정 시험 단계에서 수집되는 데이터를 수집하여 빅데이터(Big Data)로 보관하고, 이를 바탕으로 슬라이서 SW를 기계학습(Machine Learning) 시킨다.
- [69] 이를 통해 앞서 "2.1. 모니터링 피드백" 기술에서 사용자가 지정하였던 공정 변수(파라미터)와 범위 및 단계 값 등의 단계 없이 지능화된 슬라이서 SW이 스스로 최적화할 공정 변수 종류는 물론 그 범위 및 단계 값을 자동으로 결정하여 자동 공정 시험 단계를 수행하게 되며, 이를 통해 사람의 개입이 거의 없이 공정을 최적화할 수 있는 "공정 지능화(Engineering Intelligence)"가 가능해진다.
- [70] 도 8은 모니터링 빅데이터 기반 슬라이싱 단계 기계 학습 과정의 구체적인 설명에 제공되는 흐름도이다.
- [71] 도 8에 도시된 바와 같이, 먼저 지능화된 슬라이서 SW 모듈은 슬라이싱 단계에서 "스스로" 자동 공정(Auto Pilot) 작업을 수행할 대상 공정 변수(파라미터)와 범위 및 단계 값을 설정한다(S210)
- [72] 예를 들어, 층 두께 범위(Layer Thickness Range)를 "0.3mm ~ 1.0mm"로 설정하고, 단계(Step Size) 값을 "0.05mm"로 자동 설정하는 것이다.

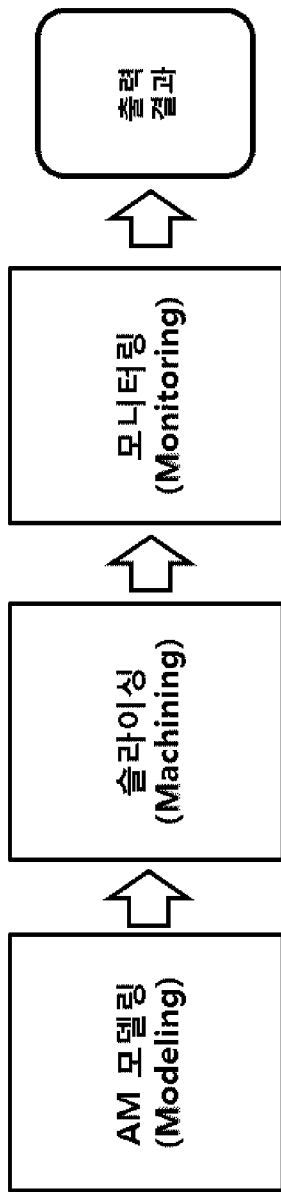
- [73] 다음, 자동 공정(Auto Pilot)을 실행하여(S220), S210단계에서 입력된 공정 변수와 범위 및 단계 값에 따라 루프를 가동한다.
- [74] 구체적으로, 해당 공정 변수에 따라 기계 코드를 생성하고(S230), 생성된 기계코드를 3D 프린팅 장비에 인가하여 3D 프린팅을 가동하고(S240), 이와 동시에 모니터링을 가동하여 각 층마다(Each Layer) 출력 상황을 관찰한다(S250).
- [75] 출력 중 모니터링 결과 오류 발생하는 경우(S260-Y), 3D 프린팅 가동을 중지하고(S270), S220단계부터 재수행하여, 공정 변수, 범위 및 단계 값 등이 변경 설정되어 이후 절차들이 수행된다.
- [76] 반면, 출력 중 모니터링 결과 오류가 발생하지 않은 경우, 즉, 출력 성공인 경우(S260-N), 루프를 빠져나가, 최종 설정 값을 최적 공정 파라미터로 저장하고(S280), 최종 결과를 사용자에게 알려준다(S290).
- [77] 2.3 모델링 피드백(Modeling Feedback)
- [78] 모델링 피드백은 생산 지능화(Manufacturing Intelligence)를 위한 기술 구성이다. 도 9는 모델링 피드백의 개념 설명에 제공되는 도면이다.
- [79] 도 9에 도시된 바와 같이, "2.2 빅데이터 기계 학습" 기술에서 슬라이싱 단계와 모니터링 단계 사이에 기계학습 단계를 구비한 것에 추가하여, 모델링 단계와 슬라이싱 단계 사이에 피드백 단계를 구비하여 슬라이서 SW의 공정 변수 조절로는 해결할 수 없는 사항에 대해 모델링 수정(Re-modeling) 단계를 수행하여 출력물 오류 문제를 해결한다.
- [80] 슬라이서 SW에서 해결하지 못한 부분을 모델링 SW에서 수정하고 슬라이싱 단계로 진행하기 전에 시뮬레이션을 통해 검토한다. 따라서 본 과정을 통해 오류가 확산되기 보다는 점차 해결되는 방법으로 수렴되는 것은 당연하다. 이에 3D 프린팅에 적합하지 않은 3D 모델 입력에 따른 오류도 해결될 수 있으므로, "생산 지능화(Manufacturing Intelligence)"가 가능해진다.
- [81] 도 10은 모델링 피드백 과정의 구체적인 설명에 제공되는 흐름도이다. 도 10에 도시된 바와 같이, 먼저 슬라이서 SW가 자동 공정을 실행하며(S310), S310단계에 따른 최종 결과가 "실패" 인 경우(S320-N), 모델링 단계로 이동하여 모델링 수정 작업을 수행한다.
- [82] 이를 위해, 원본 3D 모델의 단계적 변형(Deformation 또는 Re-modeling)을 시도하는데, 구체적으로, 사용자가 설정한 항목 또는 자동 수정 항목(예: 비서포트(Self-Supporting 또는 Support-less 구조 변형 등)을 바탕으로 리모델링(Deformation 또는 Re-modeling)을 수행한다(S330). 다음, 시뮬레이션 수단을 통해 변형된 3D 모델의 이상 유무를 판별하는데(S340), 이 단계는 선택 사항으로 생략이 가능하다.
- [83] 이후, 변형된 3D 모델을 바탕으로, S310단계가 재수행된다. S310단계에 따른 최종 결과가 "성공" 인 경우(S320-Y), 최적 공정 변수와 최종 3D 모델을 보관하고(S350), 최종 결과를 사용자에게 알려준다(S360).
- [84] 3. 3D 프린팅을 위한 컴퓨팅 시스템

- [85] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 컴퓨팅 시스템의 블록도이다. 본 발명의 실시예에 따른 컴퓨팅 시스템은, 도 11에 도시된 바와 같이, 통신부(110), 모니터(120), 프로세서(130), 입력부(140) 및 저장부(150)를 포함한다.
- [86] 통신부(110)는 3D 프린터 장비와 통신 연결하여, 3D 프린터 장비에 G-Code 파일로 전달하고, 3D 프린터 장비로부터 모니터링 결과를 수신한다.
- [87] 모니터(120)는 프로세서(130)의 실행 결과가 출력되는 출력 수단이고, 입력부(140)는 사용자 명령을 입력받아 프로세서(130)에 전달하는 입력 수단이다.
- [88] 프로세서(130)는 전술한 모델링, 머시닝(슬라이싱) 및 모델링을 수행하며, 이 과정에서 모니터링 피드백, 빅데이터 기계 학습 및 모델링 피드백을 수행하여 G-Code 파일을 생성한다.
- [89] 저장부(150)는 프로세서(130)가 위 절차/단계들을 수행함에 있어 필요한 저장 공간을 제공한다.
- [90] 4. 변형예
- [91] 지금까지, 모니터링 피드백, 빅데이터 기계 학습 및 모델링 피드백에 의한 3D 프린팅 품질 자동 개선 방안에 대해 바람직한 실시예들을 통해 상세히 설명하였다.
- [92] 한편, 본 실시예에 따른 장치와 방법의 기능을 수행하게 하는 컴퓨터 프로그램을 수록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에도 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있음은 물론이다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 기술적 사상은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드 형태로 구현될 수도 있다. 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터에 의해 읽을 수 있고 데이터를 저장할 수 있는 어떤 데이터 저장 장치이더라도 가능하다. 예를 들어, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광디스크, 하드 디스크 드라이브, 등이 될 수 있음은 물론이다. 또한, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드 또는 프로그램은 컴퓨터간에 연결된 네트워크를 통해 전송될 수도 있다.
- [93] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.
- [94]

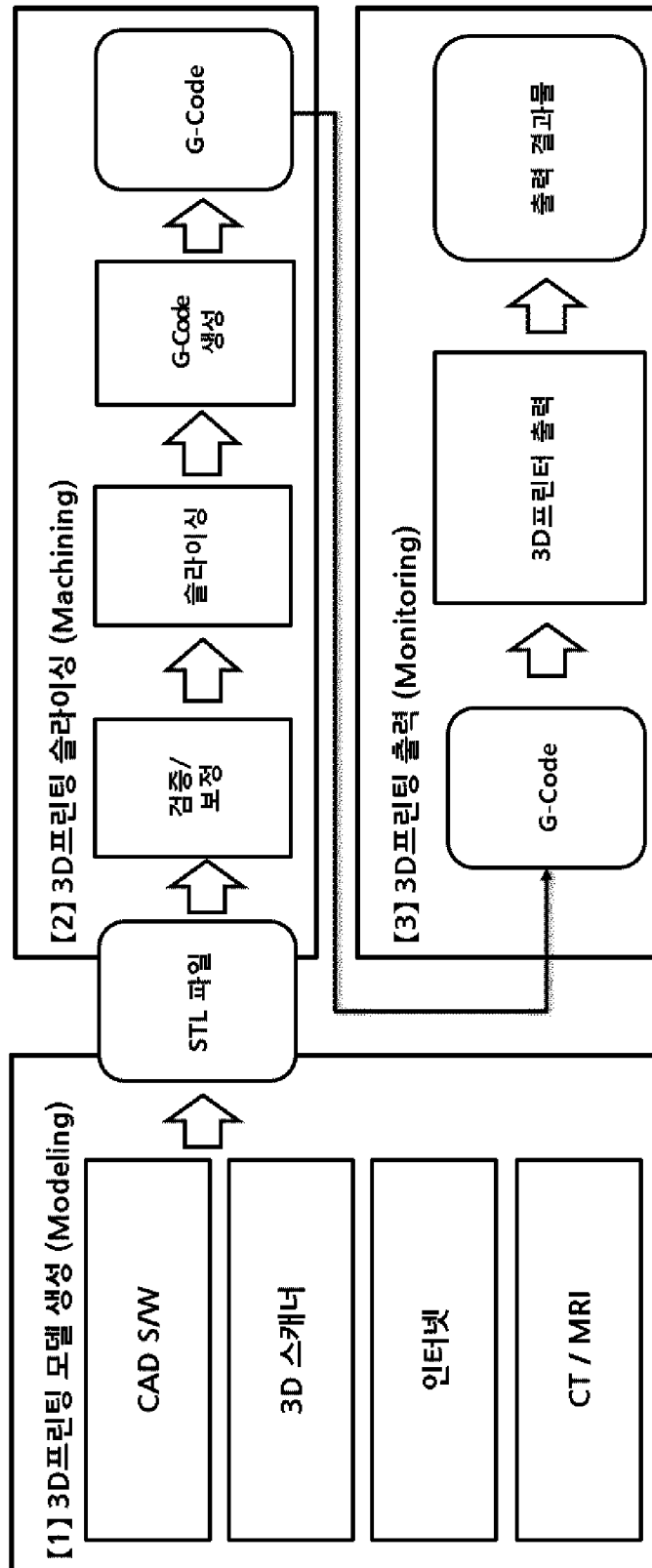
청구범위

- [청구항 1] 3D 모델에 대한 3D 프린팅을 위한 슬라이싱 환경을 설정하는 단계;
 설정된 환경에 따라 슬라이싱을 수행하여 기계 코드를 생성하는 단계;
 생성한 기계 코드에 따른 3D 프린팅 상황을 모니터링하는 단계;
 모니터링 결과에 따라 설정 단계부터의 재수행 여부를 결정하는 단계;를
 포함하는 것을 특징으로 하는 3D 프린팅 방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
 결정 단계는,
 3D 프린팅 결과 오류가 발생한 경우에는 설정 단계부터의 재수행을
 결정하는 것을 특징으로 하는 3D 프린팅 방법.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서,
 3D 프린팅 결과 오류가 발생하지 않은 경우에는, 설정 단계에서의 설정
 환경을 최적 공정 설정으로 저장하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로
 하는 3D 프린팅 방법.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
 설정 단계는,
 슬라이싱을 위한 변수, 범위 및 단계 중 적어도 하나를 설정하는 것을
 특징으로 하는 3D 프린팅 방법.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
 설정 단계는,
 이전에 수행된 설정 단계와 모니터링 단계를 통해 수집된 데이터를
 기반으로 한 기계 학습된 슬라이서 SW가 자동으로 수행하는 것을
 특징으로 하는 3D 프린팅 방법.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
 모니터링 결과에 따라, 3D 모델에 대한 모델링을 수정하는 단계;를 더
 포함하는 것을 특징으로 하는 3D 프린팅 방법.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서,
 수정 단계는,
 사용자가 설정한 항목 및 자동 설정 항목 중 적어도 하나를 바탕으로
 모델링을 수정하는 것을 특징으로 하는 3D 프린팅 방법.
- [청구항 8] 3D 프린팅 장비와 통신 연결된 통신부;
 3D 모델에 대한 3D 프린팅을 위한 슬라이싱 환경을 설정하고, 설정된
 환경에 따라 슬라이싱을 수행하여 기계 코드를 생성하며, 생성한 기계
 코드에 따른 3D 프린팅 장비의 3D 프린팅 상황을 모니터링하고,
 모니터링 결과에 따라 설정 단계부터의 재수행 여부를 결정하는
 프로세서;를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨팅 시스템.

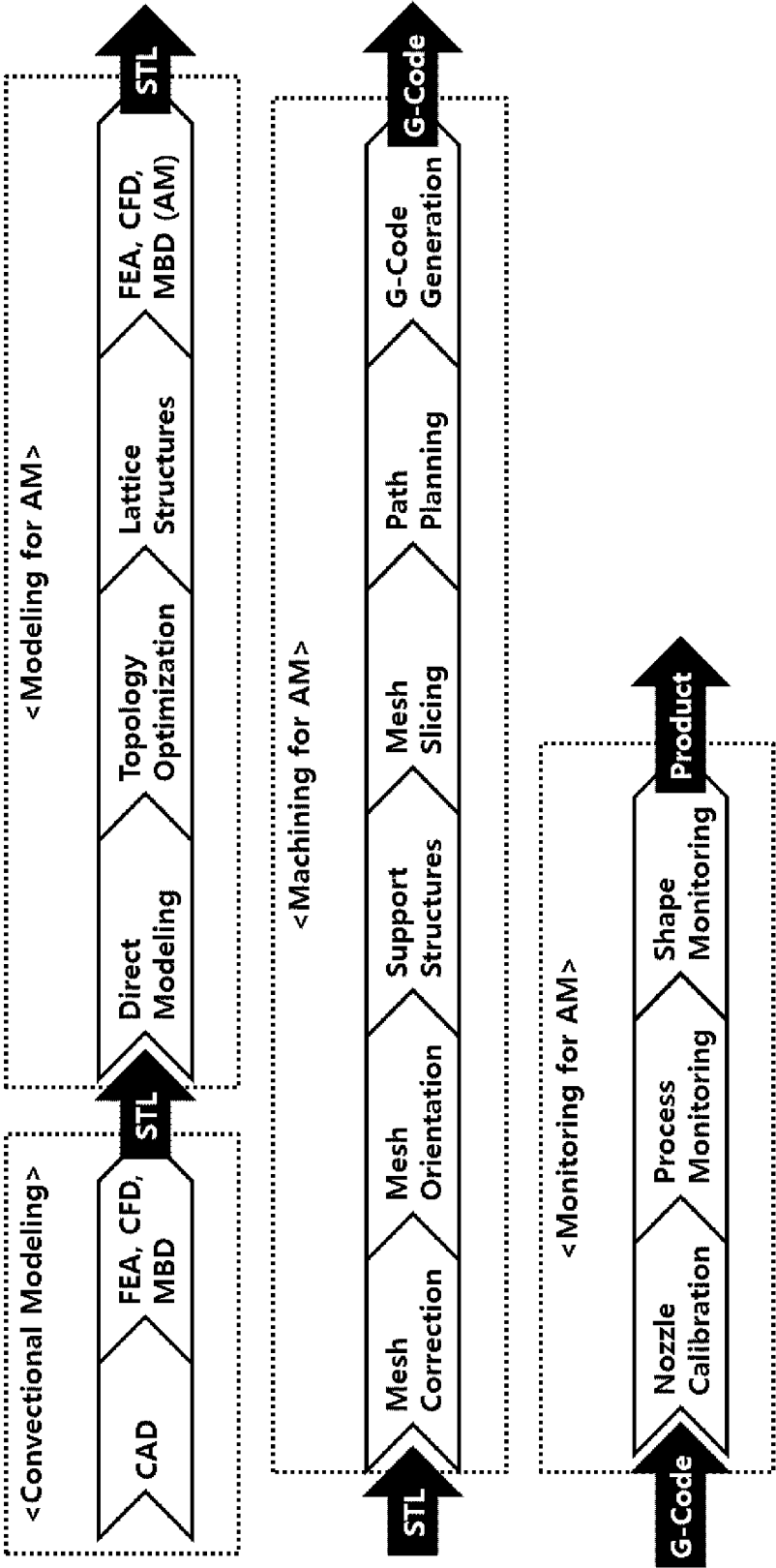
[도1]



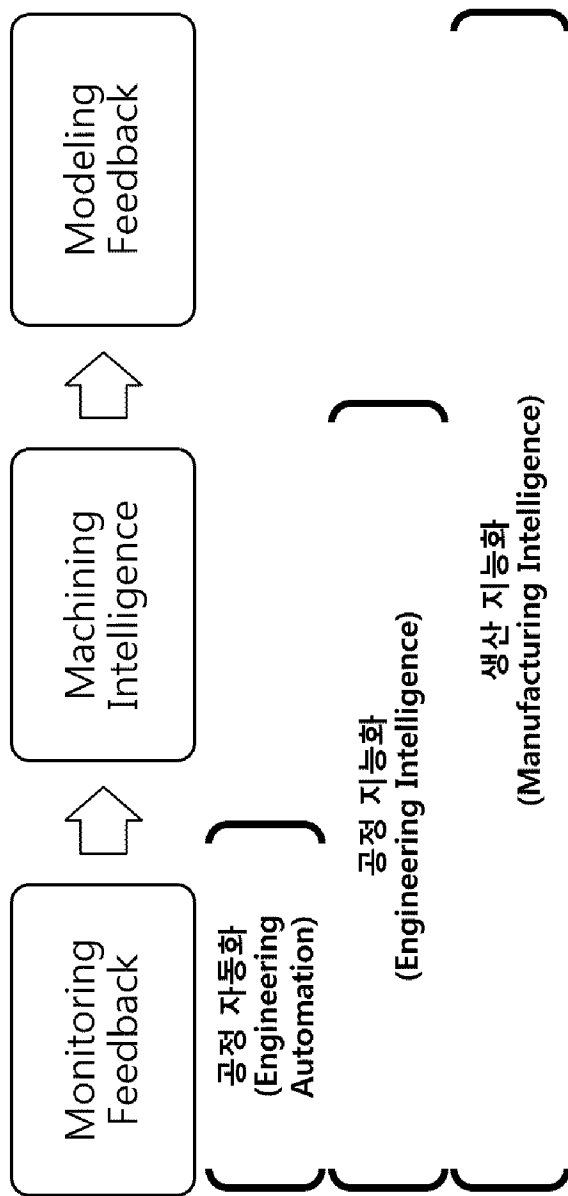
[도2]



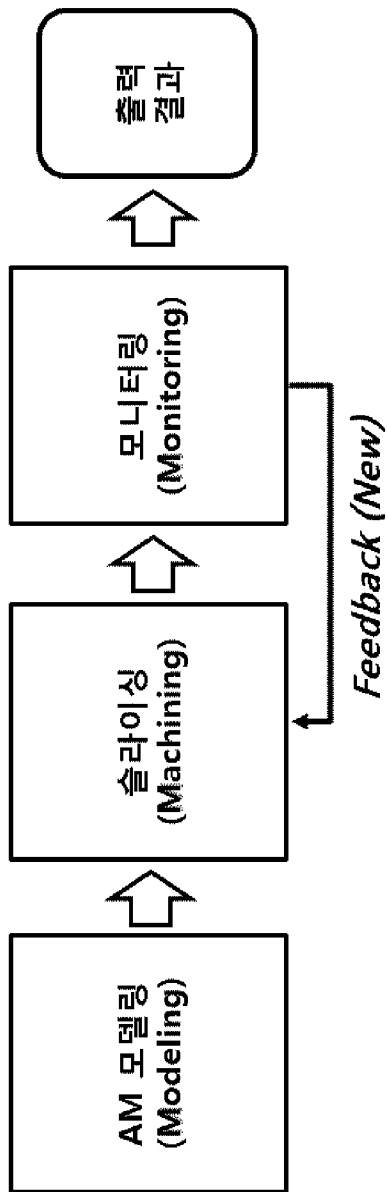
[도3]



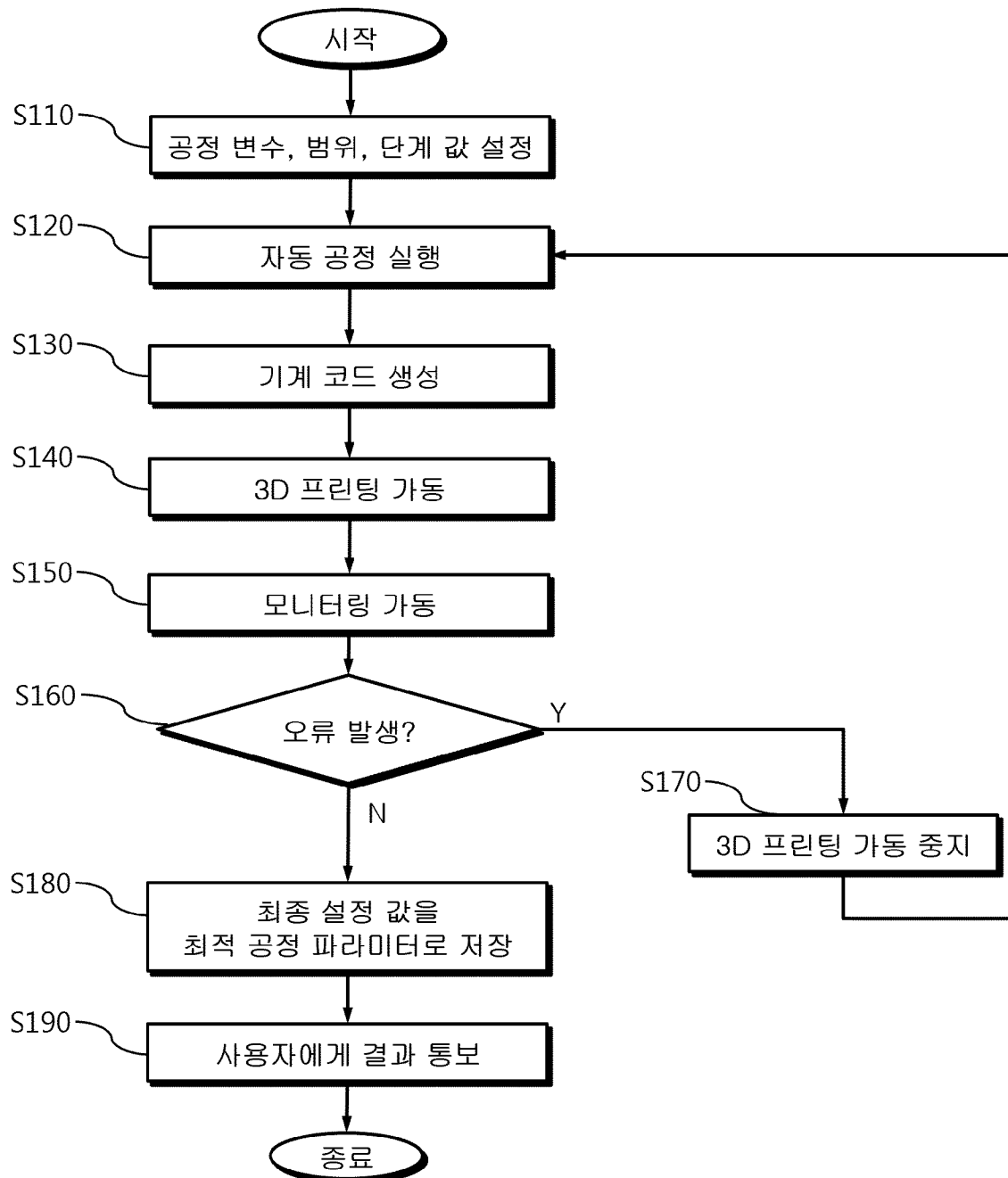
[도4]



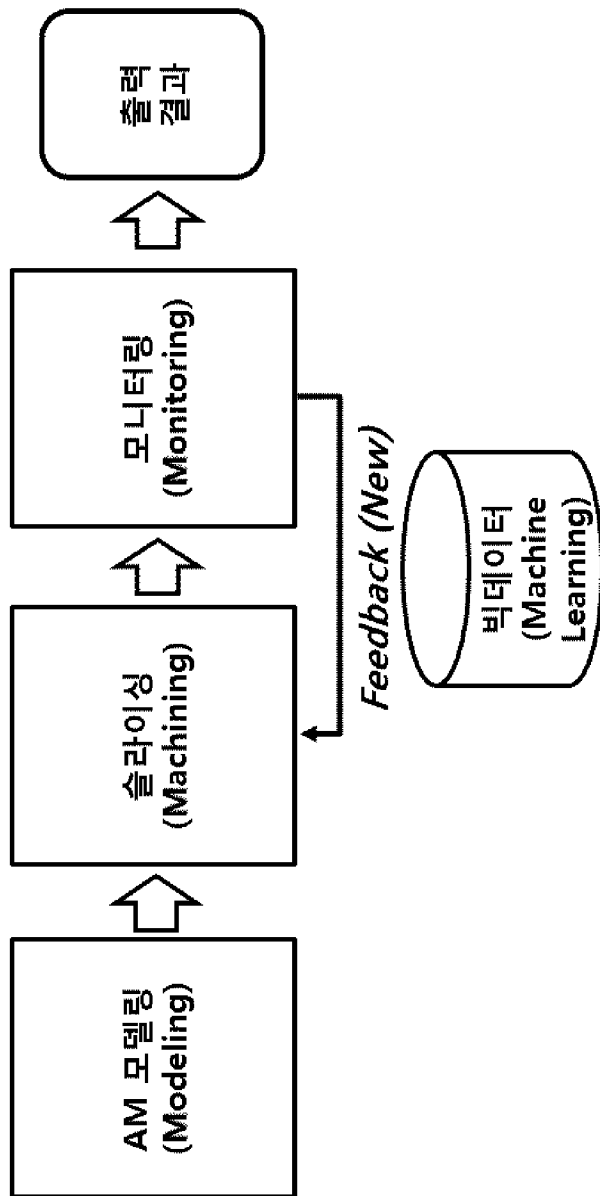
[도5]



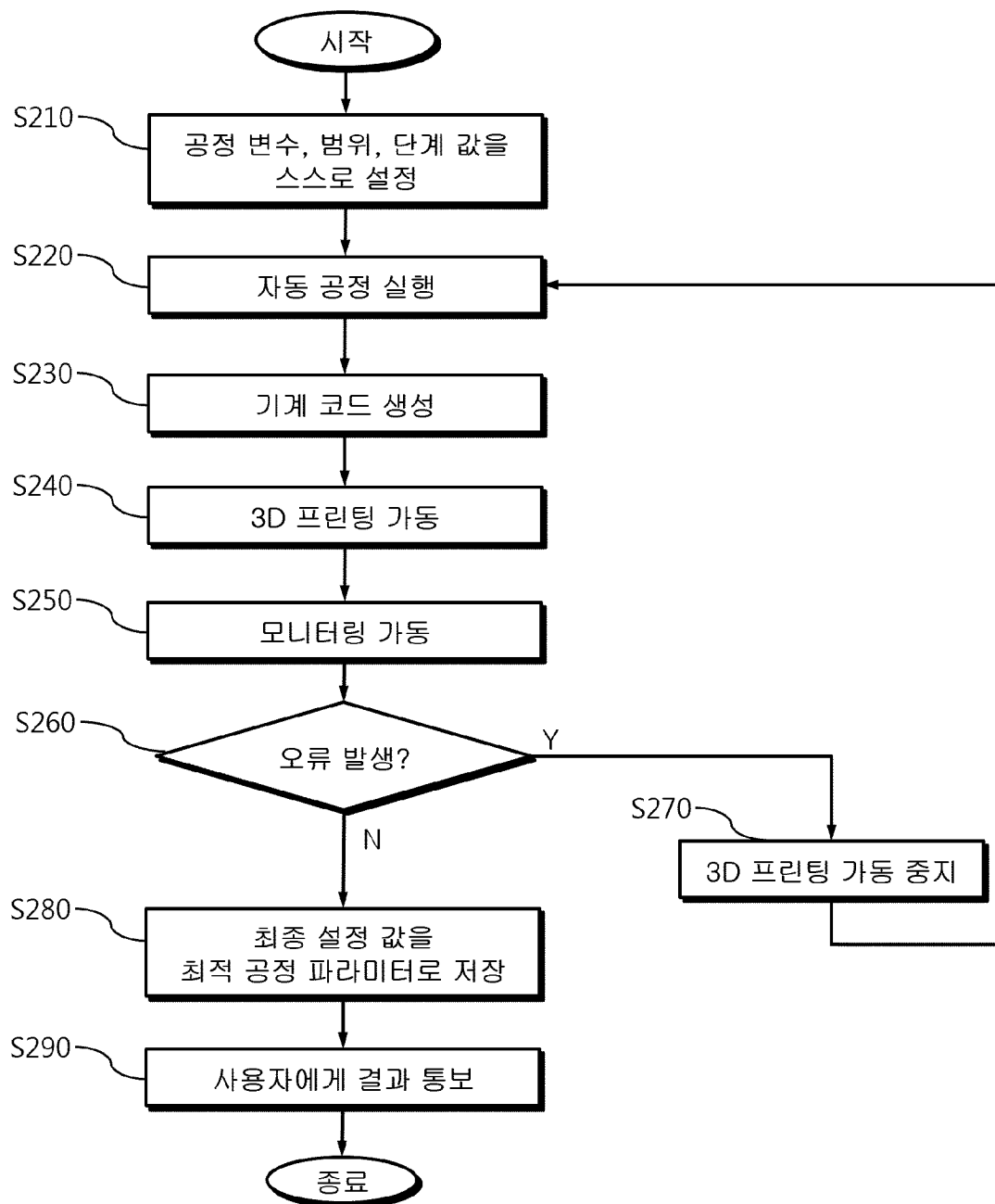
[도6]



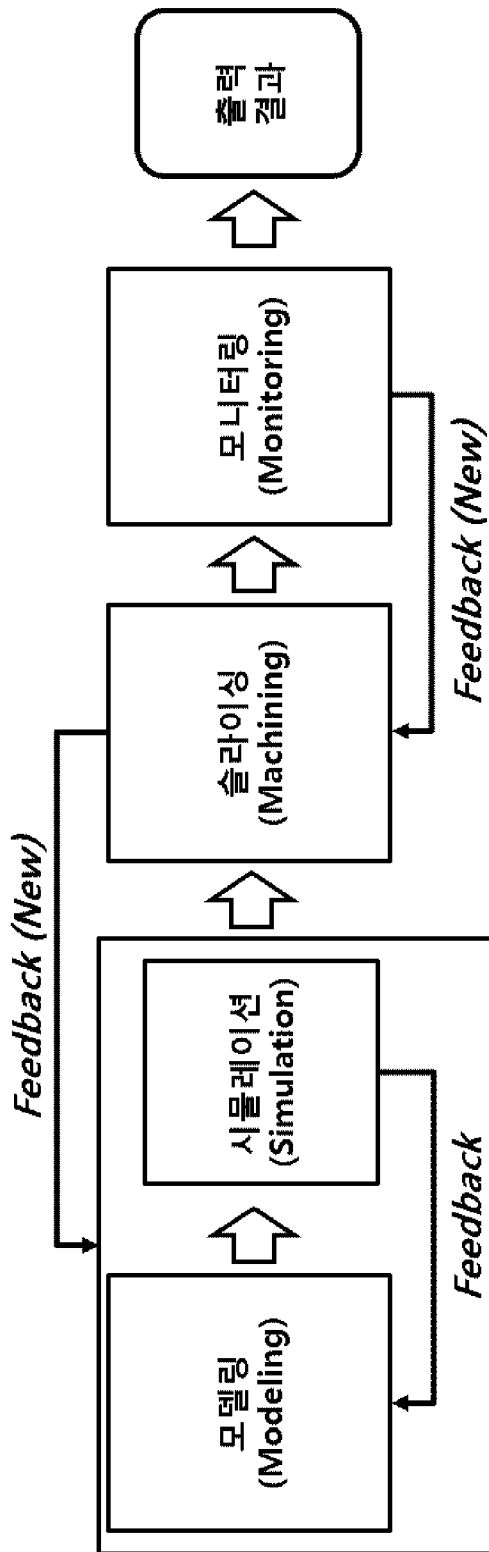
[도7]



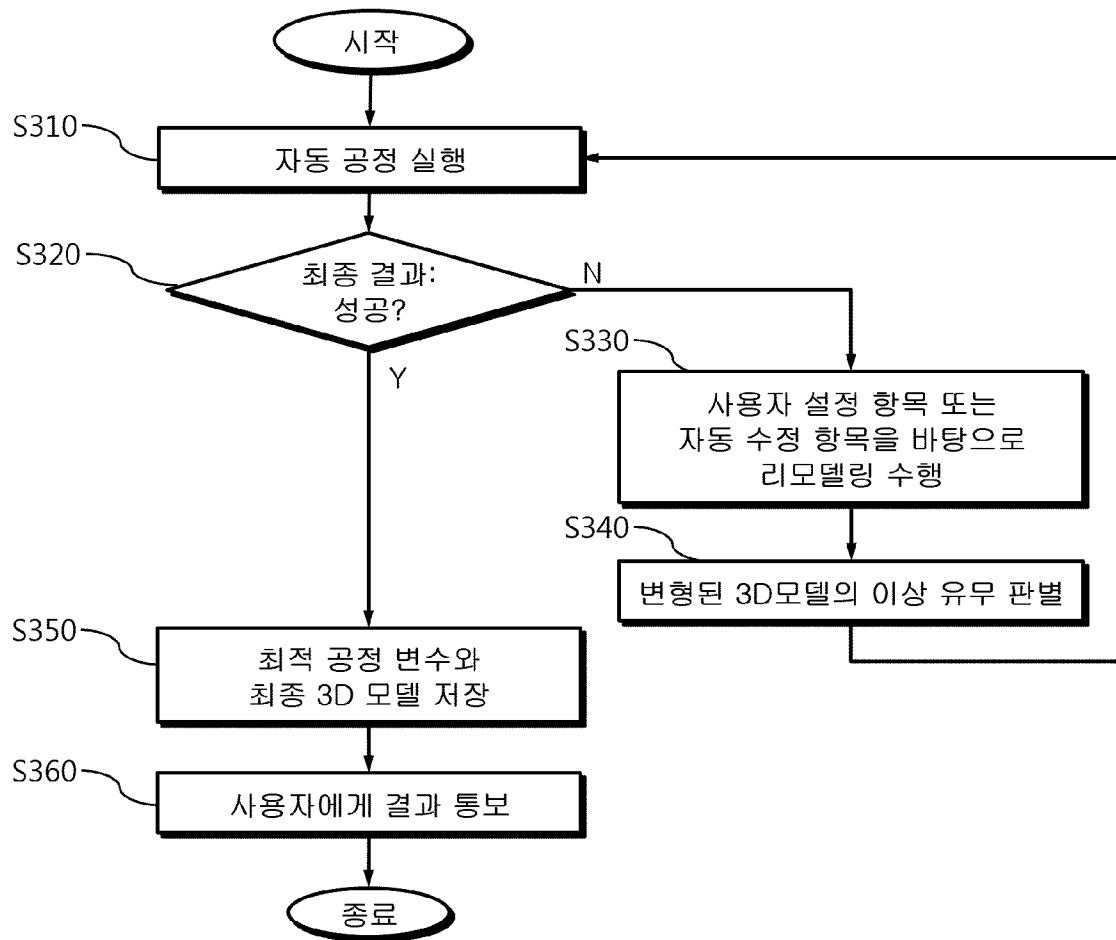
[도8]



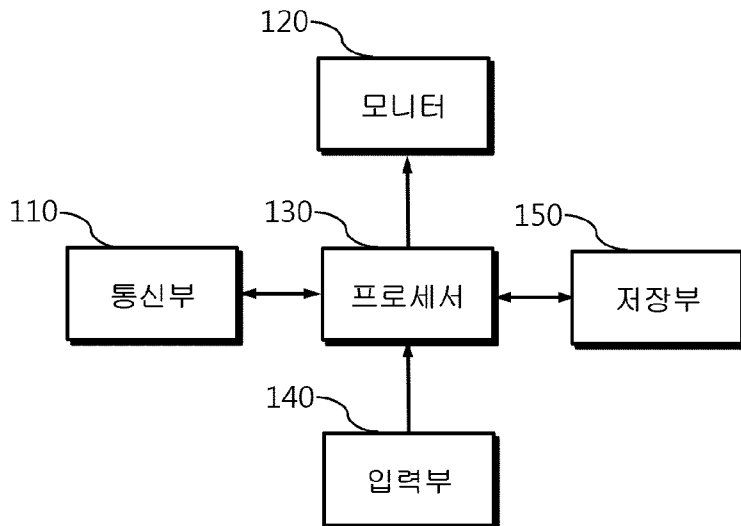
[도9]



[도10]



[도11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/003573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C 64/386(2017.01)i, B33Y 50/02(2015.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C 64/386; B33Y 30/00; G06F 19/00; B29C 67/00; B33Y 50/00; B33Y 40/00; B41J 29/38; B33Y 50/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: 3D model, slicing, machine code, monitoring, re-execute

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2016-0076708 A (JEONG, Yeong-Gil) 01 July 2016 See abstract; claims 1-3; paragraphs [0027], [0029]-[0035]; and figure 3.	1-5
Y		6-8
Y	KR 10-1652482 B1 (MEDICALIP CO., LTD.) 30 August 2016 See claim 5; and paragraphs [0023]-[0026], [0036].	6-7
Y	KR 10-2014-0102240 A (MAKERBOT INDUSTRIES, LLC.) 21 August 2014 See abstract; paragraph [0037]; and figure 3.	8
A	KR 10-1655024 B1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC.) 07 September 2016 See the entire document.	1-8
A	KR 10-2016-0038942 A (DENTIS CO., LTD.) 08 April 2016 See the entire document.	1-8
A	KR 10-2004-0038822 A (HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY, L.P.) 08 May 2004 See the entire document.	1-8
A	KR 10-2016-0065941 A (THE BOEING COMPANY) 09 June 2016 See the entire document.	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 JULY 2018 (12.07.2018)

Date of mailing of the international search report

12 JULY 2018 (12.07.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/003573

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2016-0076708 A	01/07/2016	NONE	
KR 10-1652482 B1	30/08/2016	EP 3296085 A1 US 2016-0332388 A1 WO 2016-182180 A1	21/03/2018 17/11/2016 17/11/2016
KR 10-2014-0102240 A	21/08/2014	AU 2012-347683 A1 AU 2012-347683 B2 CN 104203547 A CN 104203547 B CN 107322943 A EP 2788910 A1 JP 06159734 B2 JP 2015-0507250 A US 2012-0046779 A1 US 2012-0059503 A1 US 2012-0059504 A1 US 2012-0092724 A1 US 2012-0105903 A1 US 2012-0113457 A1 US 2012-0113473 A1 US 2012-0286453 A1 US 2012-0287259 A1 US 2012-0287459 A1 US 2012-0287470 A1 US 2012-0287472 A1 US 2012-0287473 A1 US 2013-0073073 A1 US 2017-0031635 A1 US 8226395 B2 US 8282380 B2 US 8287794 B2 US 8414280 B2 US 8425218 B2 US 8562324 B2 US 8668859 B2 US 8747097 B2 US 8992202 B2 US 9022770 B2 US 9430169 B2 WO 2013-086309 A1	03/07/2014 08/03/2018 10/12/2014 13/06/2017 07/11/2017 15/10/2014 05/07/2017 05/03/2015 23/02/2012 08/03/2012 08/03/2012 19/04/2012 03/05/2012 10/05/2012 10/05/2012 15/11/2012 15/11/2012 15/11/2012 15/11/2012 15/11/2012 15/11/2012 21/03/2013 02/02/2017 24/07/2012 09/10/2012 16/10/2012 09/04/2013 23/04/2013 22/10/2013 11/03/2014 10/06/2014 31/03/2015 05/05/2015 30/08/2016 13/06/2013
KR 10-1655024 B1	07/09/2016	US 2018-086001 A1 WO 2016-167416 A1	29/03/2018 20/10/2016
KR 10-2016-0038942 A	08/04/2016	KR 10-1704620 B1	09/02/2017
KR 10-2004-0038822 A	08/05/2004	DE 10328871 A1 DE 10328871 B4	19/05/2004 31/05/2007

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/003573

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2016-0065941 A	09/06/2016	JP 2004-148830 A	27/05/2004
		US 2004-0085590 A1	06/05/2004
		US 2015-0090392 A1	02/04/2015
		US 9156240 B2	13/10/2015
		WO 2015-050634 A1	09/04/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B29C 64/386(2017.01)i, B33Y 50/02(2015.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B29C 64/386; B33Y 30/00; G06F 19/00; B29C 67/00; B33Y 50/00; B33Y 40/00; B41J 29/38; B33Y 50/02

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 3D 모델, 슬라이딩, 기계 코드, 모니터링, 재수행

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2016-0076708 A (정영길) 2016.07.01 요약; 청구항 1-3; 단락 [0027],[0029]-[0035]; 및 도면 3 참조.	1-5
Y		6-8
Y	KR 10-1652482 B1 (메디컬아이피 주식회사) 2016.08.30 청구항 5; 및 단락 [0023]-[0026],[0036] 참조.	6-7
Y	KR 10-2014-0102240 A (메이커보트 인터스트리즈, 엘엘씨) 2014.08.21 요약; 단락 [0037]; 및 도면 3 참조.	8
A	KR 10-1655024 B1 (지엠 글로벌 테크놀로지 오퍼레이션 엘엘씨) 2016.09.07 전체 문헌 참조.	1-8
A	KR 10-2016-0038942 A (주식회사 텐티스) 2016.04.08 전체 문헌 참조.	1-8
A	KR 10-2004-0038822 A (휴렛-팩커드 디벨롭먼트 컴퍼니, 엘 피) 2004.05.08 전체 문헌 참조.	1-8
A	KRKR 10-2016-0065941 A (더 보잉 컴퍼니) 2016.06.09 전체 문헌 참조.	1-8

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2018년 07월 12일 (12.07.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 07월 12일 (12.07.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



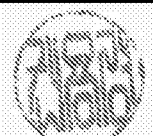
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

권용경

전화번호 +82-42-481-3371



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2016-0076708 A	2016/07/01	없음	
KR 10-1652482 B1	2016/08/30	EP 3296085 A1 US 2016-0332388 A1 WO 2016-182180 A1	2018/03/21 2016/11/17 2016/11/17
KR 10-2014-0102240 A	2014/08/21	AU 2012-347683 A1 AU 2012-347683 B2 CN 104203547 A CN 104203547 B CN 107322943 A EP 2788910 A1 JP 06159734 B2 JP 2015-0507250 A US 2012-0046779 A1 US 2012-0059503 A1 US 2012-0059504 A1 US 2012-0092724 A1 US 2012-0105903 A1 US 2012-0113457 A1 US 2012-0113473 A1 US 2012-0286453 A1 US 2012-0287259 A1 US 2012-0287459 A1 US 2012-0287470 A1 US 2012-0287472 A1 US 2012-0287473 A1 US 2013-0073073 A1 US 2017-0031635 A1 US 8226395 B2 US 8282380 B2 US 8287794 B2 US 8414280 B2 US 8425218 B2 US 8562324 B2 US 8668859 B2 US 8747097 B2 US 8992202 B2 US 9022770 B2 US 9430169 B2 WO 2013-086309 A1	2014/07/03 2018/03/08 2014/12/10 2017/06/13 2017/11/07 2014/10/15 2017/07/05 2015/03/05 2012/02/23 2012/03/08 2012/03/08 2012/04/19 2012/05/03 2012/05/10 2012/05/10 2012/11/15 2012/11/15 2012/11/15 2012/11/15 2012/11/15 2012/11/15 2012/11/15 2013/03/21 2017/02/02 2012/07/24 2012/10/09 2012/10/16 2013/04/09 2013/04/23 2013/10/22 2014/03/11 2014/06/10 2015/03/31 2015/05/05 2016/08/30 2013/06/13
KR 10-1655024 B1	2016/09/07	US 2018-086001 A1 WO 2016-167416 A1	2018/03/29 2016/10/20
KR 10-2016-0038942 A	2016/04/08	KR 10-1704620 B1	2017/02/09
KR 10-2004-0038822 A	2004/05/08	DE 10328871 A1 DE 10328871 B4	2004/05/19 2007/05/31

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		JP 2004-148830 A	2004/05/27
		US 2004-0085590 A1	2004/05/06
KR 10-2016-0065941 A	2016/06/09	US 2015-0090392 A1	2015/04/02
		US 9156240 B2	2015/10/13
		WO 2015-050634 A1	2015/04/09