



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0039454
(43) 공개일자 2025년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) E02F 9/20 (2006.01) E02F 9/26 (2006.01) G06Q 10/0631 (2023.01) G06Q 50/08 (2012.01)	(71) 출원인 히다찌 겐끼 가부시카이가이사 일본 도쿄도 다이토쿠 히가시우에노 2초메 16반 1고
(52) CPC특허분류 E02F 9/2025 (2013.01) E02F 9/2054 (2013.01)	(72) 발명자 하야카와 나오키
(21) 출원번호 10-2025-7005467	일본 3000013 이바라키켄 츠치우라시 간다츠마치 650반치 히다찌 겐끼 가부시카이가이사 츠치우라 고 조 내
(22) 출원일자(국제) 2023년08월07일 심사청구일자 2025년02월19일	이즈미 시호
(85) 번역문제출일자 2025년02월19일	일본 3000013 이바라키켄 츠치우라시 간다츠마치 650반치 히다찌 겐끼 가부시카이가이사 츠치우라 고 조 내
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/028819	(74) 대리인
(87) 국제공개번호 WO 2024/053315 국제공개일자 2024년03월14일	장수길, 민태호, 성재동
(30) 우선권주장 JP-P-2022-143338 2022년09월08일 일본(JP)	

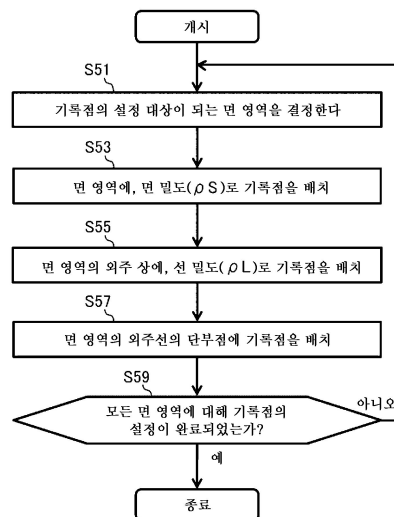
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 시공 이력 연산 시스템 및 지형 데이터 생성 시스템

(57) 요약

시공 이력 연산 시스템은, 작업 기계의 자세를 검출하는 자세 검출 장치의 검출 결과에 기초하여 시공 이력 데이터를 연산하는 컨트롤러를 구비한다. 컨트롤러는, 목표면 데이터를 취득하고, 취득한 목표면 데이터에 기초하여, 목표면 데이터를 구성하는 대상 구성면과 인접 구성면을 포함하는 복수의 구성면을 면 영역으로 해서, 면 영역에 대해 미리 정한 면 밀도가 되도록 복수의 기록점을 설정하고, 자세 검출 장치의 검출 결과에 기초하여 작업 기계의 작업 장치의 궤적을 연산하고, 복수의 기록점 각각에 작업 장치의 궤적을 구성하는 작업 장치의 모니터 포인트의 위치 정보를 대응지는 작업 장치의 궤적의 위치 정보를 시공 이력 데이터로서 연산한다.

대표도 - 도16



(52) CPC특허분류

E02F 9/26 (2013.01)

G06Q 10/0631 (2023.01)

G06Q 50/08 (2013.01)

B60Y 2200/41 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

작업 기계의 자세를 검출하는 자세 검출 장치의 검출 결과에 기초하여 시공 이력 데이터를 연산하는 컨트롤러를 구비한 시공 이력 연산 시스템에 있어서,

상기 컨트롤러는,

목표면 데이터를 취득하고,

취득한 상기 목표면 데이터에 기초하여, 상기 목표면 데이터를 구성하는 대상 구성면과 상기 대상 구성면에 인접하는 인접 구성면을 포함하는 복수의 구성면을 면 영역으로 해서, 상기 면 영역에 대해 미리 정한 면 밀도가 되도록 복수의 기록점을 설정하고,

상기 자세 검출 장치의 검출 결과에 기초하여 상기 작업 기계의 작업 장치의 궤적을 연산하고,

상기 복수의 기록점 각각에 상기 작업 장치의 궤적을 구성하는 상기 작업 장치의 모니터 포인트의 위치 정보를 대응지은 상기 작업 장치의 궤적의 위치 정보를 상기 시공 이력 데이터로서 연산하는

것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 목표면 데이터를 구성하는 모든 상기 구성면에 대해, 일정 면 밀도가 되도록 상기 기록점을 설정하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 목표면 데이터를 구성하는 상기 구성면마다, 기준면에 대한 상기 구성면의 경사 각도에 따라 미리 정해진 면 밀도가 되도록 상기 기록점을 설정하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 목표면 데이터는, 상기 복수의 구성면에 의해 목표 형상을 정하는 데이터이며,

상기 컨트롤러는,

취득한 상기 목표면 데이터를 구성하는 상기 복수의 구성면 중, 상기 대상 구성면과 상기 인접 구성면의 법선끼리 이루는 각이 미리 정해진 각도 역치 미만일 경우, 상기 대상 구성면과 상기 인접 구성면을 동일한 면 영역으로서 설정하고,

취득한 상기 목표면 데이터를 구성하는 상기 복수의 구성면 중, 상기 대상 구성면과 상기 인접 구성면의 법선끼리 이루는 각이 상기 각도 역치 이상일 경우, 상기 대상 구성면과 상기 인접 구성면을 다른 면 영역으로서 설정하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 컨트롤러는,

하나의 면 영역을 구성하는 상기 복수의 구성면의 법선 벡터의 평균 벡터를 연산하고,

상기 평균 벡터와 상기 구성면의 법선 벡터가 이루는 각이 각도 역치 이상일 때는, 그 구성면을 상기 하나의 면 영역으로부터 제외하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 면 영역의 외주 상에 기록점을 설정하는 것을 특징으로 하는 시공 이력

연산 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 면 영역의 외주를 구성하는 선의 단부점에 상기 기록점을 설정하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 기록점을 지나서 방향 벡터의 방향으로 연장되는 직선과, 상기 작업 장치의 궤적의 교점의 위치 정보를 상기 시공 이력 데이터로서 연산하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 기록점이 속하는 면 영역의 법선 벡터에 기초하여, 상기 기록점에 대응지어진 상기 방향 벡터를 연산하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 방향 벡터는, 연직 상방의 벡터인 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는,

상기 기록점에 대응지어서 그 기록점으로부터 상기 작업 장치의 궤적까지의 거리를 연산하고,

상기 연산한 거리가 거리 역치 이상일 경우에는, 상기 기록점에 대응지어진 상기 작업 장치의 궤적의 위치 정보를 상기 시공 이력 데이터로서 기록하지 않고,

상기 연산한 거리가 상기 거리 역치 미만일 경우에는, 상기 기록점에 대응지어진 상기 작업 장치의 궤적의 위치 정보를 상기 시공 이력 데이터로서 기록하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 면 밀도가 높은 면 영역에 설정되는 기록점에 대응지어지는 거리 역치가, 면 밀도가 낮은 면 영역에 설정되는 기록점에 대응지어지는 거리 역치에 비해 작아지도록, 기록점마다 거리 역치를 연산하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 목표 형상의 오목부에 설정되는 기록점에 대응지어지는 거리 역치가, 목표 형상의 볼록부에 설정되는 기록점에 대응지어지는 거리 역치에 비해 작아지도록, 기록점마다 거리 역치를 연산하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는, 상기 작업 장치의 궤적에서의 상기 기록점으로부터의 거리가 최단이 되는 위치의 정보를 상기 작업 장치의 궤적의 위치 정보로서 기록하는 것을 특징으로 하는 시공 이력 연산 시스템.

청구항 15

제1항에 기재된 시공 이력 연산 시스템과,

상기 시공 이력 데이터에 포함되는 상기 작업 장치의 궤적의 위치 정보에 기초하여, 상기 작업 기계의 상기 작업 장치에 의한 완료 형태를 나타내는 지형 데이터를 연산하는 지형 데이터 연산 시스템을 구비하는

것을 특징으로 하는 지형 데이터 생성 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 시공 이력 연산 시스템 및 지형 데이터 생성 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 머신 컨트롤 기능 및 머신 가이드스 기능을 구비한 유압 셔블 등의 작업 기계가 알려져 있다. 머신 컨트롤 기능이란, 3차원 CAD 소프트웨어 등으로 작성한 목표면을 따라 버킷이 움직이도록, 붐, 암 및 버킷의 동작을 제어하는 기능이다. 머신 가이드스 기능이란, 작업 기계의 자세 정보 및 작업 기계 주위의 목표면과 작업 기계의 구성 요소(버킷 등)의 위치 관계 정보 등을 오퍼레이터에게 제시하는 기능이다.

[0003] 근년, 머신 컨트롤 기능 및 머신 가이드스 기능을 발휘하기 위해 연산된 작업 기계의 3차원 위치 정보를 시각 정보와 함께 기록한 시공 이력 데이터를 활용하는 움직임이 확산되고 있다. 예를 들어, 시공 이력 데이터에 기초하여 지형 데이터를 생성하고, 생성한 지형 데이터를 작업 기계에 의한 작업의 생산량 관리에 활용하는 경우가 있다.

[0004] 특허문헌 1에는, 굴삭 지원 데이터베이스에 표시 테이블 및 표시 내용 테이블을 마련하고, 표시 테이블에 메쉬마다의 작업 영역의 상태를 기억함과 함께, 표시 내용 테이블에 그 메쉬마다의 상태에 대응지어서 식별 표시 방법(표시색)을 기억하고, 표시 테이블의 메쉬마다의 상태(높이)를 표시 내용 테이블에 참조시켜 대응하는 표시색을 읽어들이어, 작업 영역의 상태를 색 분류 표시하는 작업 기계의 작업 지원 관리 시스템이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2005-11058호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 특허문헌 1에 기재된 시스템에서는, 작업 영역을 소정 사이즈의 평면을 나타내는 메쉬(1면 50cm의 정사각형 메쉬)를 구성 단위로 하여 표현하고, 메쉬마다 표시 처리나 상세 데이터의 연산 처리를 행한다. 그러나, 메쉬가 등간격으로 설정되어 있기 때문에, 메쉬의 원점 위치나 메쉬의 간격에 따라서는, 범면 영역의 비탈머리 또는 비탈끝과 같은 특징 부분이나 경사면 등의 지형 형상을 정확하게 재현할 수 없을 우려가 있다. 즉, 특허문헌 1에 기재된 시스템에서는, 정밀도가 높은 지형 데이터를 생성할 수 없을 우려가 있다.

[0007] 본 발명은, 정밀도가 높은 지형 데이터의 생성에 필요한 시공 이력 데이터를 연산 가능한 시공 이력 연산 시스템 및 지형 데이터 생성 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 양태에 의한 시공 이력 연산 시스템은, 작업 기계의 자세를 검출하는 자세 검출 장치의 검출 결과에 기초하여 시공 이력 데이터를 연산하는 컨트롤러를 구비한다. 상기 컨트롤러는, 목표면 데이터를 취득하고, 취득한 상기 목표면 데이터에 기초하여, 상기 목표면 데이터를 구성하는 대상 구성면과 상기 대상 구성면에 인접하는 인접 구성면을 포함하는 복수의 구성면을 면 영역으로 하고, 상기 면 영역에 대해 미리 정한 면 밀도가 되도록 복수의 기록점을 설정하고, 상기 자세 검출 장치의 검출 결과에 기초하여 상기 작업 기계의 작업 장치의 궤적을 연산하고, 상기 복수의 기록점 각각에 상기 작업 장치의 궤적을 구성하는 상기 작업 장치의 모니터 포인트의 위치 정보를 대응지은 상기 작업 장치의 궤적의 위치 정보를 상기 시공 이력 데이터로서 연산한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따르면, 정밀도가 높은 지형 데이터의 생성에 필요한 시공 이력 데이터를 연산 가능한 시공 이력 연산 시스템 및 지형 데이터 생성 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010]

- 도 1은 작업 기계의 관리 시스템의 구성을 도시하는 도면이다.
- 도 2는 유압 서블의 구성도이다.
- 도 3은 유압 서블의 유압 구동 장치의 구성을 도시하는 도면이다.
- 도 4는 지형 데이터 생성 시스템의 하드웨어 구성도이다.
- 도 5는 지형 데이터 생성 시스템의 주된 기능에 대해서 도시하는 기능 블록도이다.
- 도 6은 서블 기준 좌표계를 도시하는 도면이다.
- 도 7은 목표 형상의 평면 모식도이다.
- 도 8은 목표 형상의 사시도이다.
- 도 9는 목표 형상의 전개도이며, 본 실시 형태에 관한 기록점의 배치예에 대해서 나타낸다.
- 도 10은 목표 형상의 사시도이며, 본 실시 형태에 관한 기록점의 배치예에 대해서 나타낸다.
- 도 11은 동일 평면 상의 면을 미세하게 분할한 목표면 데이터의 예에 대해서 도시하는 도면이다.
- 도 12a는 구성면마다, 소정의 면 밀도로 기록점이 배치되어 있는 예에 대해서 도시하는 도면이다.
- 도 12b는 복수의 구성면에 의해 형성된 면 영역에, 소정의 면 밀도로 기록점이 배치되어 있는 예에 대해서 도시하는 도면이다.
- 도 13은 기록점 설정부에 의한 면 영역의 설정 처리의 흐름에 대해서 나타내는 흐름도이다.
- 도 14는 목표 형상의 사시도이며, 목표 형상이 4분할되어 있는 예에 대해서 나타낸다.
- 도 15a는 면 영역의 외주 상에 기록점이 배치되는 예에 대해서 도시하는 도면이다.
- 도 15b는 면 영역의 외주선의 단부점에 기록점이 배치되는 예에 대해서 도시하는 도면이다.
- 도 16은 기록점 설정부에 의한 기록점의 설정 처리의 흐름에 대해서 나타내는 흐름도이다.
- 도 17은 기록점과, 기록점에 설정되는 방향 벡터에 대해서 설명하는 도면이다.
- 도 18은 목표 형상을 구성하는 연직 벽면을 향해서 시공이 진척되는 모습을 도시하는 도면이다.
- 도 19는 목표 형상의 모서리부에 설정된 기록점의 방향 벡터에 대해서 설명하는 도면이다.
- 도 20은 시공 이력 데이터 테이블의 일례에 대해서 도시하는 도면이며, 시공 이력 데이터 테이블에, 기록점 좌표와 궤적 좌표와 동작 관정 결과가 포함되는 예에 대해서 나타낸다.
- 도 21은 버킷의 궤적 좌표의 기록 방법에 대해서 설명하는 도면이다.
- 도 22는 시공 이력 데이터 테이블의 일례에 대해서 도시하는 도면이며, 시공 이력 데이터 테이블에, 기록점 좌표와 방향 벡터와 동작 관정 결과와 목표면 거리가 포함되는 예에 대해서 나타낸다.
- 도 23은 차체 컨트롤러에 의해 실행되는 시공 이력 데이터 생성 처리의 흐름에 대해서 나타내는 흐름도이다.
- 도 24는 시공 이력 데이터의 로그 데이터의 추출 조건의 설정 방법의 예에 대해서 설명하는 도면이다.
- 도 25는 관리 컨트롤러에 의해 실행되는 지형 데이터 생성·출력 처리의 흐름에 대해서 나타내는 흐름도이다.
- 도 26a는 본 실시 형태에 관한 지형 데이터 생성 시스템에 의해 생성되는 지형 데이터에 대해서 도시하는 도면이다.
- 도 26b는 본 실시 형태의 비교예에 관한 지형 데이터 생성 시스템에 의해 생성되는 지형 데이터에 대해서 도시하는 도면이다.
- 도 27은 본 실시 형태의 변형예 1에 관한 차체 컨트롤러에 의해 실행되는 기록점의 설정 처리의 흐름에 대해서 나타내는 흐름도이다.
- 도 28은 본 실시 형태의 변형예 2에 관한 차체 컨트롤러에 의해 실행되는 면 영역의 설정 처리의 흐름에 대해서 나타내는 흐름도이다.

도 29a는 거리 역치 테이블의 일례에 대해서 도시하는 도면이다.

도 29b는 목표 형상의 오목부와 볼록부에 대해서 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 도면을 참조하여, 본 발명의 실시 형태에 관한 작업 기계의 관리 시스템에 대해서 설명한다. 작업 기계는, 토목 작업, 건설 작업, 해체 작업 등의 각종 작업에 사용되는 기계이다. 본 실시 형태에서는, 작업 기계가, 크롤러식 유압 셔블(100)인 예에 대해서 설명한다.
- [0012] 도 1은 작업 기계의 관리 시스템(1)의 구성을 도시하는 도면이다. 도 1에 도시하는 바와 같이, 관리 시스템(1)은, 작업 현장에서 작업을 행하는 유압 셔블(100)에 마련되는 차체 컨트롤러(110)와, 관리 서버(51)에 마련되는 관리 컨트롤러(150)를 갖는다. 관리 서버(51)는, 작업 현장, 혹은 작업 현장으로부터 이격된 장소에 설치되는 관리 센터(50)에 마련된다. 관리 센터(50)는, 예를 들어 유압 셔블(100)의 제조업자의 시설, 유압 셔블(100)의 렌탈 회사의 시설, 유압 셔블(100)의 소유자의 시설 등에 설치된다. 관리 서버(51)는, 유압 셔블(100)의 상태를 원격으로 관리하는 외부 장치이다.
- [0013] 유압 셔블(100)과 관리 서버(51)는, 광역 네트워크의 통신 회선(59)을 통해서 쌍방향 통신을 행한다. 즉, 유압 셔블(100)과 관리 서버(51)는, 통신 회선(59)을 통해서 정보(데이터)의 송신, 수신을 행한다. 통신 회선(59)은, 휴대 전화 사업자 등이 전개하는 휴대 전화 통신망(이동 통신망), 인터넷 등이다. 유압 셔블(100)은, 예를 들어 무선 기지국(58)을 통해서 통신 회선(59)과 접속된다.
- [0014] 관리 서버(51)는, 유압 셔블(100)로부터 수신한 데이터를 수신하여, 하드디스크 드라이브 등의 기억 장치(52)에 기억한다. 관리 서버(51)는, 기억 장치(52)에 기억된 정보(데이터)를 액정 디스플레이 장치 등의 표시 장치(53)에 표시시킨다. 관리자는, 관리 서버(51)를 키보드, 마우스 등의 입력 장치(54)에 의해 조작하고, 소정의 유압 셔블(100)의 정보를 표시 장치(53)에 표시시킴으로써, 유압 셔블(100)의 상태를 파악할 수 있다.
- [0015] 도 2는 유압 셔블(100)의 구성도이다. 도 2에 도시하는 바와 같이, 유압 셔블(100)은, 차체(기체)(100b)와, 차체(100b)에 설치되는 작업 장치(100a)를 구비한다. 차체(100b)는, 주행체(11)와, 주행체(11) 상에 선회 가능하게 마련된 선회체(12)를 구비하고, 선회체(12)의 전방부에 작업 장치(100a)가 설치되어 있다. 유압 셔블(100)은, 주행체(11)의 우측 크롤러(19)를 구동시키는 주행용 유압 모터(3)(우측 주행용 유압 모터(3a)라고도 기재함)와, 주행체(11)의 좌측 크롤러(19)를 구동시키는 주행용 유압 모터(3)(좌측 주행용 유압 모터(3b)라고도 기재함)를 구비한다. 좌우 한 쌍의 크롤러(19)가 주행용 유압 모터(3)에 의해 구동됨으로써, 주행체(11)가 주행한다. 유압 셔블(100)은, 선회체(12)를 주행체(11)에 대해 선회(회전)시키는 선회용 유압 모터(4)를 구비한다.
- [0016] 작업 장치(100a)는, 복수의 액추에이터에 의해 구동되는 복수의 피구동 부재(프론트 부재)를 갖는 다관절형 작업 장치이다. 작업 장치(100a)는, 3개의 피구동 부재(붐(8), 암(9) 및 버킷(10))가 직렬적으로 연결된 구성이다. 붐(8)은, 그 기반부가 선회체(12)의 전방부에, 붐 핀(91)(도 6 참조)을 통해서 회동 가능하게 연결된다. 암(9)은, 그 기반부가 붐(8)의 선단부에, 암 핀(92)(도 6 참조)을 통해서 회동 가능하게 연결된다. 버킷(10)은, 암(9)의 선단부에, 버킷 핀(93)(도 6 참조)을 통해서 회동 가능하게 연결된다. 붐 핀(91), 암 핀(92), 버킷 핀(93)은, 서로 평행하게 배치되고, 각 피구동 부재(붐(8), 암(9) 및 버킷(10))는 동일면 내에서 상대 회전 가능하게 되어 있다.
- [0017] 붐(8)은 액추에이터인 붐 실린더(유압 실린더)(5)에 의해 구동되고, 암(9)은 액추에이터인 암 실린더(유압 실린더)(6)에 의해 구동되고, 버킷(10)은 액추에이터인 버킷 실린더(유압 실린더)(7)에 의해 구동된다. 유압 실린더(5 내지 7)는, 일단부가 폐색된 바닥이 있는 통 형상의 실린더 튜브와, 실린더 튜브의 타단부의 개구를 막는 헤드 커버와, 헤드 커버를 관통하여, 실린더 튜브에 삽입되는 실린더 로드와, 실린더 로드의 선단에 마련되어, 실린더 튜브 내를 로드측 유실과 보텀측 유실로 구획하는 피스톤을 구비한다. 붐 실린더(5)는, 그 일단부측이 선회체(12)에 연결되고 타단부측이 붐(8)에 연결된다. 암 실린더(6)는, 그 일단부측이 붐(8)에 연결되고 타단부측이 암(9)에 연결된다. 버킷 실린더(7)는, 그 일단부측이 암(9)에 연결되고, 타단부측이 버킷 링크(13)를 통해서 버킷(10)에 연결된다. 각 유압 실린더(5 내지 7)가 구동됨으로써, 지산의 굴삭, 정지 등의 작업이 행해진다.
- [0018] 선회체(12)의 전방부 좌측에는, 오퍼레이터가 탑승하는 운전실(17)이 마련되어 있다. 운전실(17)에는, 주행체(11)에의 동작 지시를 행하기 위한 우측 주행 레버 장치(23a) 및 좌측 주행 레버 장치(23b)가 마련되어 있다.

또한, 운전실(17)에는, 붐(8), 암(9), 버킷(10) 및 선회체(12)에의 동작 지시를 행하기 위한 우측 조작 레버 장치(22a) 및 좌측 조작 레버 장치(22b)가 마련되어 있다. 이와 같이, 본 실시 형태에 관한 유압 서블(100)은, 선회체(12), 작업 장치(100a) 및 주행체(11)를 동작시키기 위한 조작 장치(22a, 22b, 23a, 23b)를 구비하고 있다.

[0019] 선회체(12)에는, 원동기로서의 엔진(14), 엔진(14)에 의해 구동되는 펌프(2) 및 컨트롤 밸브 유닛(20)이 탑재되어 있다. 컨트롤 밸브 유닛(20)은, 도시하지 않지만, 복수의 유량 제어 밸브(방향 제어 밸브라고도 함)를 갖고, 펌프(2)로부터 액추에이터(붐 실린더(5), 암 실린더(6), 버킷 실린더(7), 선회용 유압 모터(4) 및 주행용 유압 모터(3))에 공급되는 작동 유체로서의 작동유의 흐름(유량 및 방향)을 제어한다.

[0020] 도 3은 유압 서블(100)의 유압 구동 장치의 구성을 도시하는 도면이다. 또한, 설명의 간략화를 위해, 도 3에서는, 붐 실린더(5), 암 실린더(6), 버킷 실린더(7) 및 선회용 유압 모터(4)를 구동시키기 위한 구성에 대해서 기재하고, 본 실시 형태와 직접적으로 관계하지 않는 회로, 밸브 등의 도시는 생략한다.

[0021] 펌프(2)는, 엔진(14)에 의해 구동되어, 탱크로부터 작동유를 흡입하여, 컨트롤 밸브 유닛(20)과 펌프(2)의 토출구를 접속하는 펌프 라인(L1)에 토출한다. 또한, 도 3에서는, 펌프(2)가 고정 용량형 유압 펌프인 예에 대해서 나타내고 있지만, 가변 용량형 유압 펌프를 채용해도 된다. 또한, 컨트롤 밸브 유닛(20)에 작동유를 공급하는 펌프(2)는, 하나여도 되고, 복수여도 된다.

[0022] 컨트롤 밸브 유닛(20)은, 복수의 전자 비례 밸브(41a 내지 44b)를 갖는 전자 밸브 유닛(40)에 의해 제어됨으로써, 펌프(2)로부터 액추에이터에 공급되는 작동유(압유)의 흐름을 제어한다. 컨트롤 밸브 유닛(20)은, 전자 비례 밸브(41a, 41b)에 의해 생성되는 신호압에 따라, 펌프(2)로부터 붐 실린더(5)에 공급되는 작동유(압유)의 흐름을 제어한다. 컨트롤 밸브 유닛(20)은, 전자 비례 밸브(42a, 42b)에 의해 생성되는 신호압에 따라, 펌프(2)로부터 암 실린더(6)에 공급되는 작동유(압유)의 흐름을 제어한다. 컨트롤 밸브 유닛(20)은, 전자 비례 밸브(43a, 43b)에 의해 생성되는 신호압에 따라, 펌프(2)로부터 버킷 실린더(7)에 공급되는 작동유(압유)의 흐름을 제어한다. 컨트롤 밸브 유닛(20)은, 전자 비례 밸브(44a, 44b)에 의해 생성되는 신호압에 따라, 펌프(2)로부터 선회용 유압 모터(4)에 공급되는 작동유(압유)의 흐름을 제어한다.

[0023] 전자 비례 밸브(41a 내지 44b)는, 파일럿 유압원(29)으로부터 공급되는 파일럿 압유의 압력을 1차압(원압)으로 하고, 밸브 구동 장치(158)(도 4 참조)로부터의 지령 전류에 따라 감압해서 생성한 2차압을 신호압으로 하여 컨트롤 밸브 유닛(20)에 출력한다. 또한, 파일럿 유압원(29)은, 예를 들어 엔진(14)에 의해 구동되는 유압 펌프(파일럿 펌프)이다.

[0024] 우측 조작 레버 장치(22a)는, 조작 레버의 조작량과 조작 방향에 따른 전압 신호(조작 신호)를, 붐 조작 정보 및 버킷 조작 정보로서 차체 컨트롤러(110)에 출력하는 조작 센서를 갖는다. 좌측 조작 레버 장치(22b)는, 조작 레버의 조작량과 조작 방향에 따른 전압 신호(조작 신호)를, 암 조작 정보 및 선회 조작 정보로서 차체 컨트롤러(110)에 출력하는 조작 센서를 갖는다.

[0025] 조작 장치(22a, 22b)의 조작 센서로부터 조작 신호가 차체 컨트롤러(110)에 입력되면, 차체 컨트롤러(110)는, 조작 신호에 따른 동작 속도로 액추에이터가 동작하도록, 전자 밸브 유닛(40)의 전자 비례 밸브(41a 내지 44b)를 제어한다. 이에 의해, 컨트롤 밸브 유닛(20)이 제어되고, 액추에이터에 펌프(2)로부터 토출된 작동유가 공급되어, 액추에이터가 동작한다.

[0026] 조작 장치(22a)에 의해 붐 상승 조작이 행해지면, 그 조작량에 따른 지령압이 전자 비례 밸브(41a)로부터 붐용 유량 제어 밸브의 제1 수압부에 출력되어, 붐용 유량 제어 밸브가 일방측(붐 상승측)으로 동작한다. 이에 의해, 작동유가 붐 실린더(5)의 보텀측 유실에 공급됨과 함께, 붐 실린더(5)의 로드측 유실로부터 탱크에 작동유가 배출된다. 그 결과, 붐 실린더(5)가 신장되어, 붐(8)이 붐 핀(91)을 지지점으로 상방으로 회동한다. 조작 장치(22a)에 의해 붐 하강 조작이 행해지면, 그 조작량에 따른 지령압이 전자 비례 밸브(41b)로부터 붐용 유량 제어 밸브의 제2 수압부에 출력되어, 붐용 유량 제어 밸브가 타방측(붐 하강측)으로 동작한다. 이에 의해, 작동유가 붐 실린더(5)의 로드측 유실에 공급됨과 함께, 붐 실린더(5)의 보텀측 유실로부터 탱크에 작동유가 배출된다. 그 결과, 붐 실린더(5)가 수축되고, 붐(8)이 붐 핀(91)을 지지점으로 하방으로 회동한다.

[0027] 조작 장치(22a)에 의해 버킷 크라우드 조작이 행해지면, 그 조작량에 따른 지령압이 전자 비례 밸브(43a)로부터 버킷용 유량 제어 밸브의 제1 수압부에 출력되어, 버킷용 유량 제어 밸브가 일방측(버킷 크라우드측)으로 동작한다. 이에 의해, 작동유가 버킷 실린더(7)의 보텀측 유실에 공급됨과 함께, 버킷 실린더(7)의 로드측 유실로부터 탱크에 작동유가 배출된다. 그 결과, 버킷 실린더(7)가 신장되고, 버킷(10)이 버킷 핀(93)을 지지점으로

하방으로 회동한다. 즉, 버킷 클라우드 동작이 행해진다. 조작 장치(22a)에 의해 버킷 덤프 조작이 행해지면, 그 조작량에 따른 지령압이 전자 비례 밸브(43b)로부터 버킷용 유량 제어 밸브의 제2 수압부에 출력되어, 버킷용 유량 제어 밸브가 타방측(버킷 덤프측)으로 동작한다. 이에 의해, 작동유가 버킷 실린더(7)의 로드측 유실에 공급됨과 함께, 버킷 실린더(7)의 보텀측 유실로부터 탱크에 작동유가 배출된다. 그 결과, 버킷 실린더(7)가 수축되고, 버킷(10)이 버킷 핀(93)을 지지점으로 상방으로 회동한다. 즉, 버킷 덤프 동작이 행해진다.

[0028] 조작 장치(22b)에 의해 암 클라우드 조작이 행해지면, 그 조작량에 따른 지령압이 전자 비례 밸브(42a)로부터 암용 유량 제어 밸브의 제1 수압부에 출력되어, 암용 유량 제어 밸브가 일방측(암 클라우드측)으로 동작한다. 이에 의해, 작동유가 암 실린더(6)의 보텀측 유실에 공급됨과 함께, 암 실린더(6)의 로드측 유실로부터 탱크에 작동유가 배출된다. 그 결과, 암 실린더(6)가 신장되고, 암(9)이 암 핀(92)을 지지점으로 하방으로 회동한다. 즉, 암 클라우드 동작이 행해진다. 조작 장치(22b)에 의해 암 덤프 조작이 행해지면, 그 조작량에 따른 지령압이 전자 비례 밸브(42b)로부터 암용 유량 제어 밸브의 제2 수압부에 출력되어, 암용 유량 제어 밸브가 타방측(암 덤프측)으로 동작한다. 이에 의해, 작동유가 암 실린더(6)의 로드측 유실에 공급됨과 함께, 암 실린더(6)의 보텀측 유실로부터 탱크에 작동유가 배출된다. 그 결과, 암 실린더(6)가 수축되고, 암(9)이 암 핀(92)을 지지점으로 상방으로 회동한다. 즉, 암 덤프 동작이 행해진다.

[0029] 액추에이터(5, 6, 7)의 동작에 의해 피구동 부재(8, 9, 10)가 회동하면, 작업 장치(100a)의 자세 및 버킷(10)의 발톱끝 등의 위치가 변화한다.

[0030] 조작 장치(22b)에 의해 우선회 조작이 행해지면, 그 조작량에 따른 지령압이 전자 비례 밸브(44a)로부터 선회용 유량 제어 밸브의 제1 수압부에 출력되어, 선회용 유량 제어 밸브가 일방측(우선회측)으로 동작한다. 이에 의해, 작동유가 선회용 유압 모터(4)에 공급되어, 선회용 유압 모터(4)가 한쪽(우선회 방향)으로 회전한다. 그 결과, 주행체(11)에 대해 선회체(12)가 우측 방향으로 선회한다. 조작 장치(22b)에 의해 좌선회 조작이 행해지면, 그 조작량에 따른 지령압이 전자 비례 밸브(44b)로부터 선회용 유량 제어 밸브의 제2 수압부에 출력되어, 선회용 유량 제어 밸브가 타방측(좌선회측)으로 동작한다. 이에 의해, 작동유가 선회용 유압 모터(4)에 공급되어, 선회용 유압 모터(4)가 다른 쪽(좌선회 방향)으로 회전한다. 그 결과, 주행체(11)에 대해 선회체(12)가 좌측 방향으로 선회한다. 선회용 유압 모터(4)의 동작에 의해, 주행체(11)에 대해 선회체(12)가 선회하면, 버킷(10)의 발톱끝 등의 위치가 변화한다.

[0031] 유압 서블(100)은, 붐 실린더(5), 암 실린더(6) 및 버킷 실린더(7) 내의 압력(실린더압)을 검출하고, 그 검출 결과(전기 신호)를 차체 컨트롤러(110)에 출력하는 압력 센서(5a 내지 7b)를 구비하고 있다. 압력 센서(5a)는 붐 실린더(5)의 로드측 유실의 압력을 검출하고, 압력 센서(5b)는 붐 실린더(5)의 보텀측 유실의 압력을 검출한다. 압력 센서(6a)는 암 실린더(6)의 로드측 유실의 압력을 검출하고, 압력 센서(6b)는 암 실린더(6)의 보텀측 유실의 압력을 검출한다. 압력 센서(7a)는 버킷 실린더(7)의 로드측 유실의 압력을 검출하고, 압력 센서(7b)는 버킷 실린더(7)의 보텀측 유실의 압력을 검출한다.

[0032] 도 2에 도시하는 바와 같이, 붐(8)에는 선회체(12)에 대한 붐(8)의 회동 각도(이하, 붐각이라고 기재함)(α)(도 6 참조)를 측정하기 위한 붐 각도 센서(30)가 설치된다. 암(9)에는, 붐(8)에 대한 암(9)의 회동 각도(이하, 암각이라고 기재함)(β)(도 6 참조)를 측정하기 위한 암 각도 센서(31)가 설치된다. 버킷 링크(13)에는, 암(9)에 대한 버킷(10)의 회동 각도(이하, 버킷각이라고 기재함)(γ)(도 6 참조)를 측정하기 위한 버킷 각도 센서(32)가 설치된다. 또한, 버킷 각도 센서(32)는, 버킷 링크(13)가 아니라, 버킷(10)에 설치하도록 해도 된다. 선회체(12)에는 기준면(예를 들어 수평면)에 대한 선회체(12)(차체(100b))의 전후 방향의 경사 각도(이하, 피치각이라고 기재함)(θ_p)(도 6 참조)를 측정하기 위한 차체 전후 경사 각도 센서(33a)가 설치된다. 또한, 선회체(12)에는 기준면(예를 들어 수평면)에 대한 선회체(12)(차체(100b))의 좌우 방향의 경사 각도(이하, 롤각이라고 기재함)(θ_r)(도시하지 않음)를 측정하기 위한 차체 좌우 경사 각도 센서(33b)가 설치된다.

[0033] 본 실시 형태에 관한 각도 센서(30, 31, 32, 33a, 33b)는, IMU(Inertial Measurement Unit: 관성 계측 장치)이다. 또한, 각도 센서(30, 31, 32, 33a, 33b)는, IMU 대신에, 포텐시오미터, 로터리 인코더 등의 센서여도 된다.

[0034] 유압 서블(100)은, 선회체(12)에 좌우 한 쌍의 RTK-GNSS(Real Time Kinematic-Global Navigation Satellite Systems: 실시간 위성 측위 시스템)용 안테나(제1 GNSS 안테나(35a) 및 제2 GNSS 안테나(35b))와, 운전실(17) 내에 탑재되어, GNSS 안테나(35a, 35b)에서 수신한 전파를 사용하여 유압 서블(100)의 위치 정보를 산출하는 GNSS 수신 장치(36)(도 3, 도 5 참조)를 갖는다. 또한, GNSS 안테나(35a, 35b)와 GNSS 수신 장치(36)는, 일체적으로 마련되어 있어도 되고, 개별로 마련되어 있어도 된다. GNSS 수신 장치(36)는, GNSS 안테나(35a, 35b)의

위치 정보를 차체 컨트롤러(110)에 출력한다.

- [0035] 각도 센서(30, 31, 32, 33a, 33b) 및 GNSS 안테나(35a, 35b)는, 유압 서블(100)의 자세를 검출하는 자세 센서로서 기능한다. 또한, GNSS 안테나(35a, 35b)는, 유압 서블(100)의 위치를 검출하는 위치 센서로서 기능한다.
- [0036] 도 3에 도시한 바와 같이, 유압 서블(100)은, 봄 각도 센서(30), 압 각도 센서(31), 버킷 각도 센서(32), 차체 전후 경사 각도 센서(33a) 및 차체 좌우 경사 각도 센서(33b)에서의 검출 결과 및 GNSS 안테나(35a, 35b)로부터의 위치 정보에 기초하여, 유압 서블(100)의 위치, 방위 및 유압 서블(100)의 자세(작업 장치(100a)의 자세, 차체(100b)의 자세)를 검출(연산)하는 자세 검출 장치(130)를 갖는다.
- [0037] 자세 검출 장치(130)는, 현장 좌표계에서의 유압 서블(100)의 위치, 그리고 유압 서블(100)의 자세를 나타내는 자세 정보인 봄각(α), 압각(β), 버킷각(γ), 피치각(Θ_p), 롤각(Θ_r) 및 방위각(Θ_y)을 연산하여, 차체 컨트롤러(110)에 출력한다.
- [0038] 도 4 및 도 5를 참조하여, 유압 서블(100)의 작업 장치(100a)에 의한 완료 형태를 나타내는 지형 데이터를 생성하는 지형 데이터 생성 시스템(180)에 대해서 설명한다. 먼저, 도 4를 참조하여, 지형 데이터 생성 시스템(180)의 주된 하드웨어의 구성에 대해서 설명한다. 도 4는 지형 데이터 생성 시스템(180)의 하드웨어 구성도이다.
- [0039] 도 4에 도시하는 바와 같이, 지형 데이터 생성 시스템(180)은, 시공 이력 연산 시스템(181)과, 지형 데이터 연산 시스템(182)을 구비한다. 시공 이력 연산 시스템(181)은, 유압 서블(100)에 탑재된다. 시공 이력 연산 시스템(181)은, 차체 컨트롤러(110)와, 관리 서버(51)와 통신을 행하기 위한 통신 장치(155)와, 유압 서블(100)의 자세를 검출(연산)하는 자세 검출 장치(130)와, 목표면 데이터를 차체 컨트롤러(110)에 입력하는 목표면 입력 장치(161)와, 유압 실린더(5 내지 7)의 압력을 검출하는 압력 검출 장치(162)와, 조작 장치(22a, 22b)의 조작량을 검출하는 조작 검출 장치(163)와, 정보를 기억하는 기억 장치(169)를 갖는다. 기억 장치(169)는, 플래시 메모리, 하드디스크 드라이브 등의 불휘발성 메모리이다.
- [0040] 통신 장치(155)는, 통신 회선(59)에 접속되는 무선 기지국(58)과 무선 통신 가능한 무선 통신 장치이며, 소정의 주파수 대역을 감수 대역으로 하는 통신 안테나를 포함하는 통신 인터페이스를 갖는다. 또한, 통신 장치(155)는, Wi-Fi(등록 상표), ZigBee(등록 상표), Bluetooth(등록 상표) 등의 통신 방식을 이용하여, 관리 서버(51)와 직접적으로, 혹은 간접적으로 정보의 수수를 행하도록 해도 된다.
- [0041] 목표면 입력 장치(161)는, 목표면 데이터를 차체 컨트롤러(110)에 입력 가능한 장치이다. 목표면 데이터는, 목표면(St)(도 6 참조)을 구성하는 복수의 구성면의 위치 정보 등을 포함한다. 목표면 데이터는, 예를 들어 삼각형 메쉬 모델, 사각형 메쉬 모델 등에 의한 데이터 구조를 갖는다. 목표면 데이터는, 복수의 절점의 좌표, 절점끼리를 접속하는 변, 및 복수의 변에 둘러싸인 구성면(S)(도 10 등 참조)의 정보를 포함한다. 목표면 입력 장치(161)와 차체 컨트롤러(110)의 데이터의 수수는, 유선 통신으로 행해도 되고, 무선 통신으로 행해도 되고, USB 플래시 메모리, SD 카드 등의 기록 매체를 통해서 행해도 된다.
- [0042] 압력 검출 장치(162)는, 압력 센서(5a 내지 7b)를 갖고, 작업 장치(100a)의 피구동 부재를 구동시키는 유압 실린더(5 내지 7)의 로드측 유실 및 보텀측 유실의 압력을 검출하여, 그 검출 결과를 차체 컨트롤러(110)에 출력한다. 조작 검출 장치(163)는, 조작 장치(22a, 22b)의 조작 센서를 갖고, 조작 장치(22a, 22b)의 조작량 및 조작 방향을 검출하여, 그 검출 결과를 차체 컨트롤러(110)에 출력한다.
- [0043] 표시 장치(164)는, 유압 서블(100)의 운전실(17) 내에 마련된다. 표시 장치(164)는, 차체 컨트롤러(110)로부터 출력된 표시 제어 신호에 기초하여, 표시 화면에 표시 화상을 표시시키는 액정 디스플레이 장치이다. 밸브 구동 장치(158)는, 차체 컨트롤러(110)로부터 출력된 밸브 구동 신호에 기초하여, 전자 밸브 유닛(40)의 전자 비례 밸브(41a 내지 44b)의 솔레노이드에 공급하는 지령 전류를 제어한다.
- [0044] 지형 데이터 연산 시스템(182)은, 관리 센터(50)에 마련된다. 지형 데이터 연산 시스템(182)은, 관리 컨트롤러(150)와, 유압 서블(100)과 통신을 행하기 위한 통신 장치(55)와, 관리자의 조작에 의해 소정의 정보를 관리 컨트롤러(150)에 입력하는 키보드, 마우스 등의 입력 장치(54)와, 액정 디스플레이 장치 등의 표시 장치(53)와, 정보를 기억하는 기억 장치(52)를 갖는다.
- [0045] 통신 장치(55)는, 광역 네트워크인 통신 회선(59)을 통해서 유압 서블(100)과 통신 가능한 통신 장치이다. 또한, 통신 장치(55)는, Wi-Fi(등록 상표), ZigBee(등록 상표), Bluetooth(등록 상표) 등의 통신 방식을 이용하여, 유압 서블(100)과 직접적으로, 혹은 간접적으로 정보의 수수를 행하도록 해도 된다.

- [0046] 차체 컨트롤러(110) 및 관리 컨트롤러(150)는, 동작 회로인 CPU(Central Processing Unit)(110a, 150a), 기억 장치인 ROM(Read Only Memory)(110b, 150b) 및 RAM(Random Access Memory)(110c, 150c), 입력 인터페이스(110d, 150d) 및 출력 인터페이스(110e, 150e), 그리고 기타 주변 회로를 구비한 마이크로컴퓨터로 구성된다. 차체 컨트롤러(110) 및 관리 컨트롤러(150)는, 각각 1개의 컴퓨터로 구성해도 되고, 복수의 컴퓨터로 구성해도 된다.
- [0047] 입력 인터페이스(110d, 150d)는, 각종 장치로부터의 신호를, CPU(110a, 150a)가 연산 가능하도록 변환한다. ROM(110b, 150b)은 EEPROM 등의 불휘발성 메모리이다. ROM(110b, 150b)에는, 후술하는 흐름도에 나타내는 바와 같은 각종 연산을 CPU(110a, 150a)에 의해 실행 가능한 프로그램이 저장되어 있다. 즉, ROM(110b, 150b)은, 본 실시 형태의 기능을 실현하는 프로그램을 판독 가능한 기억 매체이다.
- [0048] 또한, ROM(110b)에는, 유압 서블(100)의 치수 정보, 역치 등의 각종 데이터가 기억되어 있다. 예를 들어, ROM(110b)에는, 도 6에 나타내는 붐 핀(91)의 중심 위치로부터 암 핀(92)의 중심 위치까지의 길이(Lbm), 암 핀(92)의 중심 위치로부터 버킷 핀(93)의 중심 위치까지의 길이(Lam), 버킷 핀(93)의 중심 위치로부터 버킷(10)의 발톱끝(Pb)까지의 길이(Lbkt)가, 유압 서블(100)의 치수 정보로서 기억되어 있다. 또한, ROM(110b)에는, 유압 실린더(5 내지 7)의 설치 위치에 관한 정보(예를 들어, 붐 핀(91)으로부터 붐 실린더(5)의 로드측 접속부까지의 거리, 붐 핀(91)으로부터 붐 실린더(5)의 보딤측 접속부까지의 거리 등)가, 유압 서블(100)의 치수 정보로서 기억되어 있다. 또한, ROM(110b)에는, GNSS 안테나(35a, 35b)의 서블 기준 좌표계에서의 위치 좌표가 기억되어 있다. 또한, GNSS 안테나(35a, 35b)의 서블 기준 좌표계에서의 위치 좌표는, 설계 치수, 혹은 토탈 스테이션 등의 측정기에 의한 측정 결과에 기초하여 산출할 수 있다.
- [0049] RAM(110c, 150c)은 휘발성 메모리이며, CPU(110a, 150a)와의 사이에서 직접적으로 데이터의 입출력을 행하는 워크 메모리이다. RAM(110c, 150c)은, CPU(110a, 150a)가 프로그램을 연산 실행하고 있는 동안에, 필요한 데이터를 일시적으로 기억한다.
- [0050] CPU(110a, 150a)는, ROM(110b, 150b)에 기억된 프로그램을 RAM(110c, 150c)에 전개해서 연산 실행하는 연산 장치이며, 프로그램에 따라서 입력 인터페이스(110d, 150d) 및 ROM(110b, 150b), RAM(110c, 150c)으로부터 도입한 신호에 대해 소정의 연산 처리를 행한다. 출력 인터페이스(110e, 150e)는, CPU(110a, 150a)에서의 연산 결과에 따른 출력용 신호를 생성하고, 그 신호를 각종 장치에 출력한다.
- [0051] 이어서, 도 5를 참조하여, 지형 데이터 생성 시스템(180)의 주된 기능에 대해서 설명한다. 도 5는 지형 데이터 생성 시스템(180)의 주된 기능에 대해서 도시하는 기능 블록도이다. 도 5에 도시한 바와 같이, 차체 컨트롤러(110)는, 자세 검출 장치(130)에 의해 검출된 유압 서블(100)의 자세에 기초하여 시공 이력 데이터의 생성 처리를 실행하는 제1 처리 장치로서 기능한다. 관리 컨트롤러(150)는, 시공 이력 데이터에 포함되는 작업 장치(100a)의 궤적의 위치 정보에 기초하여, 유압 서블(100)의 작업 장치(100a)에 의한 완료 형태를 나타내는 지형 데이터의 연산 처리를 실행하는 제2 처리 장치로서 기능한다.
- [0052] 도 5에 도시한 바와 같이, 자세 검출 장치(130)는, 작업 장치 자세 검출부(131), 차체 위치 검출부(132) 및 차체 각도 검출부(133)로서 기능한다. 작업 장치 자세 검출부(131)는, 붐 각도 센서(30), 암 각도 센서(31), 버킷 각도 센서(32)에서의 검출 결과에 기초하여, 붐각(α), 암각(β) 및 버킷각(γ)을 연산하고, 그 연산 결과를 차체 컨트롤러(110)에 출력한다.
- [0053] 차체 위치 검출부(132)는, GNSS 수신 장치(36)로부터 출력되는 제1 GNSS 안테나(35a)의 위치 정보에 기초해서, 현장 좌표계의 안테나 위치 정보를 연산하여, 차체 컨트롤러(110)에 출력한다. 차체 위치 검출부(132)는, 현장 좌표계 이외의 좌표계의 위치 정보가 입력된 경우, 그 좌표계의 위치 정보를 현장 좌표계의 위치 정보로 변환하는 좌표 변환 처리를 실행하고, 현장 좌표계의 안테나 위치 정보를 연산한다.
- [0054] 본 실시 형태에서는, GNSS 수신 장치(36)가, 현장 좌표계의 좌표(좌푯값)를 출력할 경우에 대해서 설명한다. 또한, GNSS 수신 장치(36)는, 지리 좌표계, 평면 직각 좌표계, 지심 직교 좌표계 또는 현장 좌표계의 적어도 하나 이상의 좌표계의 좌표를 출력 가능한 것이면 된다. 지리 좌표계에서의 좌표는 위도, 경도 및 타원체 높이로 이루어지고, 평면 직각 좌표계, 지심 직교 좌표계 및 현장 좌표계의 좌표는 X, Y, Z 좌표 등으로 이루어지는 3차원 직교 좌표계이다. 지리 좌표계의 좌표는, 가우스-크뤼거의 등각 투영법 등을 사용하여 평면 직각 좌표계 등의 3차원 직교 좌표계의 좌표로 변환 가능하다. 또한, 평면 직각 좌표계, 지심 직교 좌표계 및 현장 좌표계의 좌표는, 아핀 변환 또는 헬머트 변환 등을 사용함으로써 서로 변환 가능하다.
- [0055] 본 실시 형태에서의 현장 좌표계는, 수평면 상의 동쪽 방향에 E축, 수평면 상의 북쪽 방향에 N축, 연직 상측 방

향에 H축을 취하는 작업 현장에서의 임의의 위치를 원점으로 한 좌표계이다.

- [0056] 차체 각도 검출부(133)는, 제1 GNSS 안테나(35a) 및 제2 GNSS 안테나(35b)의 안테나 위치 정보, 그리고 차체 전후 경사 각도 센서(33a) 및 차체 좌우 경사 각도 센서(33b)에서의 검출 결과(센서값)에 기초하여, 방위각(Θ_y), 피치각(Θ_p) 및 롤각(Θ_r)을 연산하고, 그 연산 결과를 차체 컨트롤러(110)에 출력한다. 차체 각도 검출부(133)는, 제1 GNSS 안테나(35a)와 제2 GNSS 안테나(35b)의 위치 관계로부터 방위각(Θ_y)을 연산한다.
- [0057] 유압 서블(100)의 차체 컨트롤러(제1 처리 장치)(110)는, 자세 검출 장치(130)에서 검출된 유압 서블(100)의 자세에 기초하여 시공 이력 데이터를 생성하고, 생성한 시공 이력 데이터를 유압 서블(100)의 외부의 관리 서버(51)에 송신하는 처리를 실행한다. 이하, 차체 컨트롤러(110)의 기능에 대해서, 상세하게 설명한다.
- [0058] 차체 컨트롤러(110)는, 기록점 설정부(111), 궤적 연산부(112), 시공 이력 생성부(113) 및 송신부(114)로서 기능한다. 기록점 설정부(111)는, 목표면 입력 장치(16)로부터 목표면 데이터를 취득하면, 후술하는 작업 장치(100a)의 모니터 포인트의 궤적의 기록점의 좌표(작업기 궤적 기록 위치)와, 기록점에서의 방향 벡터를 연산한다.
- [0059] 기록점 설정부(111)에 의한 기록점의 설정 방법에 대해서 설명한다. 먼저, 도 7 및 도 8을 참조하여, 기록점이 수평 방향으로 등간격으로 설정되는 예에 대해서 설명한다. 도 7은 목표 형상(120)의 평면 모식도이며, 도 8은 목표 형상(120)의 사시도이다. 도 7 및 도 8은, 연직 상측 방향에서 보았을 때, E축 방향 및 N축 방향으로 등간격으로 기록점(도면 중, 흑색으로 칠해진 원 마크)이 설정되는 예에 대해서 나타낸다. 기록점은, 후술하는 시공 이력 생성부(113)에서, 버킷(10)의 궤적의 위치 정보(ENH 좌표)를 시공 이력 데이터로서 기록할 때 사용하는 점이다.
- [0060] 도 7 및 도 8에 도시하는 바와 같이, 목표면 데이터는, 복수의 구성면(S)에 의해 목표 형상(120)을 정하는 데이터이다. 목표 형상(120)은, 구성면(S)으로서의 정사각형의 천단면 영역(125)과, 천단면 영역(125)의 각 변에 접속되는 4개의 구성면(S)으로서의 법면 영역(121, 122, 123, 124)을 갖고, 사각뿔대 형상을 띠고 있다. 도 7에 나타내는 예에서는, 기록점이, 수평 방향(E축 방향 및 N축 방향)으로 일정 간격으로 설정되어 있다. 이 때문에, 도 8에 도시하는 바와 같이, 급경사면인 법면 영역(121 내지 124)의 단위 면적당 기록점의 수는, 천단면 영역(125)의 단위 면적당 기록점의 수에 비해서 적다. 즉, 법면 영역(121 내지 124)의 단위 면적당 기록점의 수를 나타내는 면 밀도[점/ m^2]는, 천단면 영역(125)의 기록점의 면 밀도에 비해 작다. 이와 같이, 복수의 구성면(S)에 대해, E축 방향 및 N축 방향으로 일정 간격으로 기록점을 배치하면, 기준면(E-N 평면)에 대한 경사 각도가 큰 구성면(S)에서는, 기록점의 면 밀도가 작아져 버린다. 기록점의 면 밀도는, 높은 쪽이 지형 데이터를 고정밀도로 생성할 수 있다. 도 7 및 도 8에 나타내는 예에서는, 천단면 영역(125)보다 법면 영역(121 내지 124)의 형상 정밀도가 낮아진다.
- [0061] 그래서, 본 실시 형태에 관한 기록점 설정부(111)는, 취득한 목표면 데이터에 기초하여, 목표면 데이터를 구성하는 각 구성면(S)에 대해 미리 정한 면 밀도(ρ_S)가 되도록 복수의 기록점을 설정한다. 구체적으로는, 기록점 설정부(111)는, 천단면 영역(125)의 기록점의 면 밀도와, 법면 영역(121 내지 124)의 기록점의 면 밀도가 동일해지도록 기록점을 설정한다. 즉, 기록점 설정부(111)는, 목표면 데이터를 구성하는 모든 구성면(S)에 대해, 일정 면 밀도(ρ_S)가 되도록 기록점을 설정한다. 면 밀도(ρ_S)는, ROM(110b)에 미리 기억되어 있다. 도 9 내지 도 16을 참조하여, 본 실시 형태에 관한 기록점 설정부(111)에 의한 기록점의 설정 방법에 대해서 설명한다.
- [0062] 도 9는, 목표 형상(120)의 전개도이며, 본 실시 형태에 관한 기록점의 배치예에 대해서 나타낸다. 도 10은, 목표 형상(120)의 사시도이며, 본 실시 형태에 관한 기록점의 배치예에 대해서 나타낸다. 도 9에 도시하는 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 기록점의 설정 방법은, 목표 형상(120)을 구성하는 면(천단면 영역(125), 법면 영역(121 내지 124))을 전개하여, 전개도 상에서 일정 면 밀도로 기록점을 배치하는 방법이다. 구체적으로는, 기록점 설정부(111)는, 목표면 데이터를 구성하는 복수의 구성면(S)을 면 영역(A)으로 하고, 이 면 영역(A)에 대해 미리 정한 면 밀도(ρ_S)가 되도록 복수의 기록점을 설정한다. 예를 들어, 기록점 설정부(111)는, 천단면 영역(125)을 기록점의 설정 대상이 되는 대상 구성면으로 하고, 천단면 영역(125)에 인접하는 법면 영역(121 내지 124)을 인접 구성면으로 해서, 이들 5개의 구성면(S)에 의해 단일의 면 영역(A)을 설정한다. 기록점 설정부(111)는, 목표면 데이터를 구성하는 모든 구성면(S)에 대해, 일정 면 밀도가 되도록 기록점을 설정한다. 이에 의해, 도 10에 도시하는 바와 같이, 법면 영역(121 내지 124)과 같이, E-N 평면에 대해 경사지는 면에 있어서도, E-N 평면에 평행한 천단면 영역(125)과 동일한 면 밀도로 기록점을 배치할 수 있다.
- [0063] 본 실시 형태에서는, 목표 형상(120)을 구성하는 구성면(S)을 E-N 평면 상에 전개함으로써, 각 구성면(S)에 대

해 동일한 기준점, 동일한 제1 기준축인 E축 및 동일한 제2 기준축인 N축을 사용하여 등간격으로 기록점을 배치한다. 또한, 기록점의 설정 방법은, 이것에 한정되지 않는다. 구성면(S)마다 다른 기준점 및 기준축을 설정해도 된다. 예를 들어, 구성면(S)의 임의의 면을 그 구성면(S)의 제1 기준축으로서 설정하고, 구성면(S)에 평행하면서 또한 제1 기준축에 직교하는 축을 제2 기준축으로서 설정해도 된다.

[0064] 또한, E축 방향 및 N축 방향으로 등간격으로 기록점을 배치하는 경우, 이하에서 설명한 바와 같이, 구성면(S)에 기록점이 적절하게 배치되지 않는 경우가 있다. 도 11을 참조하여, 구성면(S)에 기록점이 적절하게 배치되지 않는 예에 대해서 설명한다. 도 11은, 동일 평면 상의 면을 미세하게 분할한 목표면 데이터의 예에 대해서 도시하는 도면이다. 목표면 입력 장치(161)가, CAD 소프트웨어(CAD: Computer-Aided Design) 등을 사용하여 자동적으로 목표면 데이터를 생성할 경우, 목표 형상(120)의 분할 방법에 따라서는, 도 11에 도시한 바와 같이, 동일 평면임에도 불구하고, 복잡하게 분할된 구성면(S)이 형성되는 경우가 있다. 여기서, 예를 들어 $n[m^2]$ 당 1점의 기록점이 배치되는 소정의 면 밀도로 기록점을 배치하는 경우, 도 12a에 도시하는 바와 같이, 미세하게 분할된 구성면(S)이 $n[m^2]$ 미만일 때는, 그 구성면(S)에 기록점이 1개도 배치되지 않게 된다. 이 경우, 목표면 데이터 전체로 보았을 때, 충분한 면 밀도로 기록점이 배치되지 않을 우려가 있다.

[0065] 그래서, 본 실시 형태에서는, 동일 평면 상에 연속해서 존재하는 복수의 구성면(S), 및 완전한 곡면을 형성하는 복수의 연속된 구성면(S)의 집합을 동일한 면 영역(A)으로서 다루어, 면 영역(A)마다 일정 면 밀도로 기록점을 배치한다. 본 실시 형태에서는, 1개 혹은 복수의 구성면(S)이, 1개의 면 영역(A)을 구성한다. 기록점 설정부(111)는, 취득한 목표면 데이터를 구성하는 복수의 구성면(S) 중, 인접하는 구성면(S)의 법선끼리 이루는 각(ϕ)이 미리 정해진 각도 역치(ϕ_0) 미만일 경우, 인접하는 구성면(S)을 동일한 면 영역(A)으로서 설정한다. 또한, 기록점 설정부(111)는, 취득한 목표면 데이터를 구성하는 복수의 구성면(S) 중, 인접하는 구성면(S)의 법선끼리 이루는 각(ϕ)이 각도 역치(ϕ_0) 이상일 경우, 인접하는 구성면(S)을 다른 면 영역(A)으로서 설정한다. 각도 역치(ϕ_0)는, ROM(110b)에 미리 기억되어 있다.

[0066] 도 13을 참조하여, 기록점 설정부(111)에 의한 면 영역(A)의 설정 처리의 내용에 대해서 설명한다. 도 13에 나타내는 흐름도의 처리는, 예를 들어 유압 셔블(100)의 이그니션 스위치(도시하지 않음)가 온으로 됨으로써 개시된다.

[0067] 도 13에 도시하는 바와 같이, 스텝 S10에서, 기록점 설정부(111)는, 면 영역(A)의 설정의 대상이 되는 처음의 구성면을 결정하고, 스텝 S15로 진행한다. 스텝 S15에서, 기록점 설정부(111)는, 기록점의 설정 대상이 되는 구성면(대상 구성면)에 인접하는 구성면(인접 구성면)을 선택하고, 스텝 S20으로 진행한다. 인접 구성면은, 대상 구성면의 적어도 1변을 공유하는 구성면이다.

[0068] 스텝 S20에서, 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면의 법선 벡터와 인접 구성면의 법선 벡터를 연산하고, 스텝 S25로 진행한다. 스텝 S25에서, 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면의 법선 벡터와 인접 구성면의 법선 벡터가 이루는 각(ϕ)을 연산하고, 스텝 S30으로 진행한다.

[0069] 스텝 S30에서, 기록점 설정부(111)는, 스텝 S25에서 연산한 이루는 각(ϕ)이, 각도 역치(ϕ_0) 미만인지 여부를 판정한다. 스텝 S30에서, 이루는 각(ϕ)이 각도 역치(ϕ_0) 미만이라고 판정되면, 처리가 스텝 S33으로 진행된다. 스텝 S30에서, 이루는 각(ϕ)이 각도 역치(ϕ_0) 이상이라고 판정되면, 처리가 스텝 S36으로 진행된다.

[0070] 스텝 S33에서, 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면과 인접 구성면을 동일한 면 영역(A)으로서 설정하고, 스텝 S40으로 진행한다. 스텝 S36에서, 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면과 인접 구성면을 다른 면 영역(A)으로서 설정하고, 스텝 S40으로 진행한다.

[0071] 스텝 S40에서, 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면에 인접하는 다른 구성면(S)이며, 영역 설정 처리(스텝 S33 또는 스텝 S36)가 행해지지 않은 구성면(S)이 있는지 여부를 판정한다. 스텝 S40에서, 대상 구성면에 인접하는 다른 구성면(S)이며, 영역 설정 처리가 행해지지 않은 구성면(S)이 있다고 판정되면, 스텝 S15로 돌아간다. 또한, 스텝 S15에서, 기록점 설정부(111)는, 이미 영역 설정 처리가 행해진 구성면(S)에 대해서는, 대상 구성면으로 하지는 않는다. 스텝 S15에서, 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면에 인접하는 구성면(S)이며, 영역 설정 처리(스텝 S33 또는 스텝 S36)가 행해지지 않은 구성면(S)을 인접 구성면으로서 선택하고, 스텝 S20으로 진행한다.

[0072] 스텝 S40에서, 대상 구성면에 인접하는 다른 구성면(S)이며, 영역 설정 처리가 행해지지 않은 구성면(S)이 없다고 판정되면, 처리가 스텝 S45로 진행된다. 스텝 S45에서, 기록점 설정부(111)는, 목표면 데이터를 구성하는 모든 구성면(S)에 대해 면 영역(A)의 설정이 완료되었는지 여부를 판정한다.

- [0073] 스텝 S45에서, 목표면 데이터를 구성하는 모든 구성면(S)에 대해 면 영역(A)의 설정이 완료되지 않았다고 판정되면, 처리가 스텝 S10으로 돌아간다. 스텝 S10에서, 기록점 설정부(111)는, 면 영역(A)의 설정의 대상이 되는 다음 구성면(S)을 결정하고, 스텝 S15로 진행한다. 또한, 기록점 설정부(111)는, 한번, 대상 구성면으로서 결정된 구성면(S)은, 대상 구성면으로서 결정하지 않는다. 즉, 기록점 설정부(111)는, 한번도 대상 구성면으로서 결정되지 않은 구성면(S)을 대상 구성면으로서 결정한다.
- [0074] 스텝 S45에서, 목표면 데이터를 구성하는 모든 구성면(S)에 대해 면 영역(A)의 설정이 완료되었다고 판정되면, 기록점 설정부(111)는, 도 13의 흐름도에 나타내는 처리를 종료한다.
- [0075] 도 11을 참조하여, 구성면(S)에 대한 면 영역(A)의 설정 처리의 구체적인 일례에 대해서 설명한다. 도 11에 도시한 바와 같이, 기록점 설정부(111)는, 구성면(Sa)을 대상 구성면으로서 결정한다. 기록점 설정부(111)는, 구성면(Sa)에 인접하는 구성면(Sb)을 선택한다. 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면인 구성면(Sa)의 법선 벡터와, 인접 구성면인 구성면(Sb)의 법선 벡터가 이루는 각(ϕ)을 연산한다.
- [0076] 기록점 설정부(111)는, 구성면(Sa)의 법선 벡터와 구성면(Sb)의 법선 벡터가 이루는 각(ϕ)이 각도 역치(ϕ_0) 미만인지 여부를 판정한다. 기록점 설정부(111)는, 이루는 각(ϕ)이 각도 역치(ϕ_0) 미만일 경우, 구성면(Sa)과 구성면(Sb)을 각각 동일한 영역으로서 설정한다. 예를 들어, 구성면(Sa, Sb)은, 각각 제1 면 영역(A1)으로서 설정된다. 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면인 구성면(Sa)에 인접하는 다른 구성면(Sc, Sd)에 대해서도 마찬가지로의 처리를 행한다. 도 11에 나타내는 예에서는, 구성면(Sc, Sd)은, 구성면(Sb)과 마찬가지로, 구성면(Sa)과 동일한 영역으로서 설정된다. 즉, 구성면(Sa, Sb, Sc, Sd)은, 각각 제1 면 영역(A1)으로서 설정된다.
- [0077] 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면을 변경하여, 마찬가지로의 처리를 행한다. 예를 들어, 기록점 설정부(111)는, 구성면(Sb)을 다음 대상 구성면으로서 설정한다. 기록점 설정부(111)는, 대상 구성면인 구성면(Sb)의 법선 벡터와, 인접 구성면인 구성면(Se, Sz)의 법선 벡터가 이루는 각(ϕ)이 각도 역치(ϕ_0) 미만인지 여부를 판정한다. 기록점 설정부(111)는, 구성면(Sb)의 법선 벡터와 구성면(Se)의 법선 벡터가 이루는 각(ϕ)이 각도 역치(ϕ_0) 미만일 경우, 구성면(Sb)과 구성면(Se)을 각각 동일한 영역으로서 설정한다. 즉, 구성면(Se)은, 구성면(Sa, Sb, Sc, Sd)과 동일한 제1 면 영역(A1)으로서 설정된다.
- [0078] 기록점 설정부(111)는, 구성면(Sb)의 법선 벡터와 구성면(Sz)의 법선 벡터가 이루는 각(ϕ)이 각도 역치(ϕ_0) 이상일 경우, 구성면(Sb)과 구성면(Sz)을 다른 영역으로서 설정한다. 예를 들어, 구성면(Sz)은, 제2면 영역(A2)으로서 설정된다.
- [0079] 기록점 설정부(111)는, 이러한 처리를 각 구성면에 대해 행한다. 그 결과, 도 11에 나타내는 예에서는, 굵은 선으로 나타내는 직사각형 내의 복수의 구성면(S)이 모두 동일한 제1 면 영역(A1)으로서 설정된다. 바꾸어 말하면, 굵은 선으로 나타내는 직사각형상의 제1 면 영역(A1)이 복수의 삼각형상의 구성면(S)에 의해 구성된다. 기록점 설정부(111)는, 설정한 면 영역(A)에서, 소정의 면 밀도(ρS)가 되도록 기록점을 배치한다. 이에 의해, 도 12b에 도시하는 바와 같이, 동일한 평면 내에 미세하게 분할된 구성면(S)이 존재하는 경우라도, 적절한 면 밀도로 기록점을 배치할 수 있다. 또한, 기록점은, 면 영역(A)을 구성하는 하나의 구성면(S)에 평행한 제1 기준축 및 제2 기준축을 따라 등간격으로 배치된다.
- [0080] 도 14는, 도 10과 마찬가지로의 도면이며, 도 10의 목표 형상(120)이 4분할되어 있는 예에 대해서 나타낸다. 또한, 도면이 번잡해지는 것을 피하기 위해, 도 14에서는, 기록점을 씨닝해서 도시하고 있다. 도 14에 나타내는 예에서는, 천단면 영역(125)이 4분할되어 있어, 4개의 구성면(125a, 125b, 125c, 125d)에 의해 천단면 영역(125)이 구성되어 있다. 기록점 설정부(111)는, 4개의 구성면(125a 내지 125d)을 동일한 면 영역(A15)으로서 설정하고, 이 면 영역(A15)에 소정의 면 밀도(ρS)로 기록점을 배치한다. 마찬가지로, 기록점 설정부(111)는, 2분할된 법면 영역(121 내지 124)에 대해서도, 각각 동일 평면 상에 있는 복수의 구성면(S)을 동일한 면 영역(A11 내지 A14)으로서 설정하고, 각 면 영역(A11 내지 A14)에 소정의 면 밀도(ρS)로 기록점을 배치한다.
- [0081] 도 14에 도시하는 바와 같이, 기록점을 배치하기 위한 기준점의 위치 및 기록점의 면 밀도(ρS)에 따라서는, 목표 형상(120)의 비탈끝 및 비탈머리와 같은, 목표 형상(120)을 특징짓는 부위에 기록점이 배치되지 않을 경우가 있다. 그래서, 본 실시 형태에 관한 기록점 설정부(111)는, 각 면 영역(A)에 소정의 면 밀도(ρS)로 기록점을 배치한 뒤, 도 15a의 흑색으로 칠해진 삼각마크 ▲로 나타내는 바와 같이, 각 면 영역(A)의 외주 상에 미리 정해진 선 밀도(ρL)로 기록점을 추가해서 설정한다. 선 밀도(ρL)는, ROM(110b)에 미리 기억되어 있다. 기록점 설정부(111)는, 면 영역(A)의 외주 상의 임의의 점(위치)을 기준점으로 하여, 일정 간격으로 외주 상에 기록점을 배치한다. 이에 의해 법면 영역(121 내지 124)의 비탈끝 및 비탈머리의 형상을 고정밀도로 표현할 수 있다.

- [0082] 기록점 설정부(111)는, 도 15b의 흑색으로 칠해진 별 마크 ★로 나타내는 바와 같이, 각 면 영역(A)의 외주를 구성하는 외주선(직선 또는 곡선)(Lo)의 단부점에, 기록점을 설정해도 된다. 이에 의해, 법면 영역(121 내지 124)의 단부(즉, 목표 형상(120)의 모서리부)의 형상을 고정밀도로 표현할 수 있다.
- [0083] 또한, 선(Lo)의 단부점의 결정 방법은, 이하와 같다. 기록점 설정부(111)는, 면 영역(A)에서, 서로 접속되는 구성면(S)의 외주를 구성하는 구성선(La, La)끼리 이루는 각(ω)을 연산하고, 연산한 이루는 각(ω)이 180° 를 포함하는 각도 범위(ω_1 이상 ω_2 이하) 내의 값인지 여부를 판정한다. 기록점 설정부(111)는, 이루는 각(ω)이 각도 범위 밖의 값일 경우에는, 구성선(La, La)끼리의 접속점을 단부점으로서 결정한다. 기록점 설정부(111)는, 이루는 각(ω)이 각도 범위 내의 값일 경우에는, 구성선(La, La)끼리의 접속점을 단부점으로 하지는 않는다. 이 경우, 서로 접속되는 구성선(La, La)끼리를 동일한 외주선(Lo)으로서 결정한다. 각도 범위를 결정짓는 역치(ω_1 , ω_2)는, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다. ω_1 은, 180° 에서 ω_0 (예를 들어, 5° 정도)을 감산한 값이며, ω_2 는, 180° 에 ω_0 을 가산한 값이다.
- [0084] 도 16을 참조하여, 기록점 설정부(111)에 의한 기록점의 설정 처리의 내용에 대해서 설명한다. 도 16에 나타내는 흐름도의 처리는, 도 13에 나타내는 흐름도가 완료됨으로써 개시된다.
- [0085] 도 16에 도시하는 바와 같이, 스텝 S51에서, 기록점 설정부(111)는, 기록점의 설정 대상이 되는 처음의 면 영역(A)을 결정하고, 스텝 S53으로 진행한다. 스텝 S53에서, 기록점 설정부(111)는, 대상으로서 결정된 면 영역(대상면 영역이라고도 기재함)(A)에, 미리 정해진 면 밀도(ρS)가 되도록 기록점을 배치하고(도 14 참조), 스텝 S55로 진행한다. 스텝 S55에서, 기록점 설정부(111)는, 대상 면 영역(A)의 외주 상에, 미리 정해진 선 밀도(ρL)가 되도록 기록점을 배치하고(도 15a 참조), 스텝 S57로 진행한다. 스텝 S57에서, 기록점 설정부(111)는, 대상 면 영역(A)의 외주선(Lo)의 단부점에 기록점을 배치하고(도 15b 참조), 스텝 S59로 진행한다.
- [0086] 스텝 S59에서, 기록점 설정부(111)는, 목표면 데이터를 구성하는 모든 면 영역(A)에 대해 기록점의 설정이 완료되었는지 여부를 판정한다. 스텝 S59에서, 목표면 데이터를 구성하는 모든 면 영역(A)에 대해 기록점의 설정이 완료되지 않았다고 판정되면, 처리가 스텝 S51로 돌아간다. 스텝 S51에서, 기록점 설정부(111)는, 기록점이 미설정인 면 영역(A) 중에서, 기록점의 설정 대상이 되는 다음 면 영역(A)을 결정하고, 스텝 S53으로 진행한다. 스텝 S59에서, 목표면 데이터를 구성하는 모든 면 영역(A)에 대해 기록점의 설정이 완료되었다고 판정되면, 기록점 설정부(111)는, 도 16의 흐름도에 나타내는 처리를 종료한다.
- [0087] 이어서, 도 17을 참조하여, 기록점 설정부(111)에 의한 방향 벡터의 설정 방법에 대해서 설명한다. 도 17은, 기록점과, 기록점에 설정되는 방향 벡터에 대해서 설명하는 도면이다. 방향 벡터는, 후술하는 시공 이력 생성부(113)에서, 버킷(10)의 궤적의 위치 정보(ENH 좌표) 및 버킷(10)의 궤적으로부터 목표면(St)까지의 거리(목표면 거리) 등을 연산하기 위해 사용하는 벡터이다. 또한, 버킷(10)의 궤적으로부터 목표면(St)까지의 거리는, 기록점과, 그 기록점을 지나서 방향 벡터의 방향으로 신장되는 직선과 버킷(10)의 궤적을 구성하는 면의 교점의 사이의 직선 거리이다.
- [0088] 도 17에 도시하는 바와 같이, 소정의 기록점(Pr0)의 방향 벡터는, 그 기록점(Pr0)으로부터 연직 상방으로 연장되도록 정해진 단위 벡터(이하, 제1 방향 벡터(141)라고도 기재함)로 할 수 있다. 제1 방향 벡터(141)는, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다. 이와 같이, 기록점으로부터 연직 방향으로 연장되는 단위 벡터를 방향 벡터로서 정함으로써, 기록점의 연직 상방을 통과하는 버킷(10)의 궤적의 위치 정보를 시공 이력 데이터로서 기록할 수 있다. 한편, 기록점으로부터 연직 방향으로 연장되는 벡터를 방향 벡터로서 정한 경우, 기록점의 측방을 통과하는 버킷(10)의 궤적의 위치 정보를 적절하게 기록할 수 없는 경우가 있다. 도 18을 참조하여, 이것에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0089] 도 18은 목표 형상(120)을 구성하는 연직 벽면을 향해서 시공이 진척되는 모습을 도시하는 도면이다. 도 18에 도시하는 바와 같이, 목표 형상(120)에, 기준면(E-N 평면)에 대해 직교하는 면 영역(A)으로 이루어지는 연직 벽면(목표면(St))이 포함되는 경우, 이 연직 벽면 상에, 동일한 E 좌표 및 N 좌표이며, H 좌표의 다른 복수의 기록점이 설정된다. 도 18에 나타내는 버킷의 궤적 (1), (2), (3)의 순으로 연직 벽면을 향해서 시공이 진행된다면, 버킷(10)의 궤적(즉 지형)이 연직 벽면(목표면(St))에 점점 가까워진다. 이러한 경우, 제1 방향 벡터(141)(도 17 참조)와 같이, 방향 벡터를 연직 상방의 벡터로 하면, 시공 이력 데이터를 적절하게 기록할 수 없을 우려가 있다. 또한, 목표 형상(120)에, 기준면으로부터 상방을 향함에 따라서 목표면이 외측으로 돌출되는 오버행 형상이 포함되어 있는 경우도 마찬가지로 시공 이력 데이터를 적절하게 기록할 수 없을 우려가 있다. 이 때문에, 연직 벽면이나 오버행 형상의 면 영역(A)의 기록점에 대해서는, 수평 방향 성분을 가진 방향 벡터를 설정하는 것이 바람직하다. 즉, 방향 벡터는, 목표면 데이터를 구성하는 면 영역(A)의 경사에 따라, 그 배향을

변경하는 것이 바람직하다.

- [0090] 본 실시 형태에 관한 기록점 설정부(111)는, 도 17에 도시하는 바와 같이, 소정의 기록점(Pr0)으로부터 그 기록점(Pr0)이 설정되는 면 영역(A)에 대해 직교하는 방향으로 연장되는 단위 벡터를 제2 방향 벡터(142)로서 연산하여, 기록점(Pr0)에 대응지어서 기억한다. 즉, 제2 방향 벡터(142)는, 기록점이 속하는 면 영역(A)의 법선 벡터와 평행하고, 면 영역(A)으로부터 지중 방향과는 반대 방향(즉, 공중 등의 지중 방향)을 향한 단위 벡터이다. 기록점 설정부(111)는, 면 영역(A)마다 법선 벡터를 연산하고, 그 법선 벡터의 단위 벡터를 제2 방향 벡터(142)로 해서, 면 영역(A)에 속하는 기록점에 대응지어서 기억한다. 이에 의해, 목표 형상(120)에 연직 벽면이나 오버행 형상이 포함되는 경우에 있어서, 시공 이력 생성부(113)에 의해 적절하게 시공 이력 데이터를 기록할 수 있다. 또한, 목표 형상(120)에 연직 벽이나 오버행 형상이 포함되지 않는 경우에는, 제1 방향 벡터(141)를 사용하여, 버킷(10)의 궤적의 ENH 좌표 및 목표면 거리를 연산해도 된다. 이 경우, 제2 방향 벡터(142)를 사용하여, 버킷(10)의 궤적의 ENH 좌표 및 목표면 거리를 연산하는 경우에 비해, 연산 부하를 저감할 수 있다.
- [0091] 도 19를 참조하여, 목표 형상(120)의 모서리부에 설정된 기록점(Pc)의 방향 벡터에 대해서 설명한다. 도 19에 도시하는 바와 같이, 법면 영역의 비탈머리 혹은 비탈끝과 같은 모서리부에 기록점(Pc)이 존재하는 경우, 기록점(Pc)이 속하는 면 영역(A)이 복수 존재한다. 이 경우, 기록점(Pc)이 속하는 면 영역(A)의 어느 것의 방향 벡터를 모서리부의 기록점(Pc)의 방향 벡터로서 채용해도 되고, 기록점(Pc)이 속하는 복수의 면 영역(A) 중 적어도 어느 2개 이상의 면 영역(A)의 방향 벡터의 합성 벡터의 단위 벡터를 모서리부의 기록점(Pc)의 방향 벡터로서 채용해도 된다.
- [0092] 여기서, 복수의 면 영역(A)의 방향 벡터의 합성 벡터의 단위 벡터를 기록점(Pc)의 방향 벡터로서 채용하는 경우, 각 면 영역(A)의 방향 벡터(법선 벡터의 단위 벡터)에 대해 가중치 부여를 행해도 된다. 본 실시 형태에 관한 기록점 설정부(111)는, 기록점(Pc)이 속하는 복수의 면 영역(A)의 방향 벡터 중, 방향이 다른 모든 방향 벡터의 합성 벡터의 단위 벡터를 기록점(Pc)의 방향 벡터로서 채용한다. 이에 의해, 목표면(St)(면 영역(A))의 경사에 관계없이, 시공의 진척에 따라, 목표면(St)(면 영역(A))에 점점 가까워져 가는 현황 지형을 고정밀도로 기록할 수 있다.
- [0093] 도 17에 도시하는 바와 같이, 차체 컨트롤러(110)의 연산 능력에 여유가 있을 경우, 일정 범위의 기간에 있어서 일정 범위의 영역 내를 통과한 버킷(10)의 궤적 중, 기록점으로부터의 거리가 최단인 되는 위치(ENH 좌표)를 버킷(10)의 궤적의 위치 정보로서 취득해도 된다. 이 경우, 그 위치로부터 기록점까지의 거리(최단 거리)(Dmin)가 버킷(10)의 궤적으로부터 목표면(St)까지의 거리(목표면 거리)로 된다. 또한, 기록점으로부터 최단의 위치를 버킷(10)의 궤적의 위치 정보로서 취득하는 경우, 버킷(10)의 궤적에 따라 방향 벡터가 바뀌기 때문에, 기록점 설정부(111)에서 방향 벡터를 결정할 수 없다. 이 때문에, 기록점으로부터 최단의 위치를 버킷(10)의 궤적의 위치 정보로서 취득하는 경우에는, 기록점 설정부(111)에 의한 방향 벡터를 결정하는 처리는 생략된다.
- [0094] 이상과 같이, 기록점 설정부(111)는, 목표면 데이터에 기초하여, 복수의 기록점의 좌표를 설정하고, 각 기록점의 방향 벡터를 설정한다. 또한, 기록점의 좌표는, 현장 좌표계의 ENH 좌표여도 되고, 다른 좌표계의 좌표여도 된다. 여기서, E 좌표 및 N 좌표가 동일하고 다른 H 좌표를 갖는 기록점이 복수 존재하지 않는 경우(기록점의 E 좌표 및 N 좌표의 조합이 유니크한 경우), 기록점의 E 좌표 및 N 좌표만을 연산하고, H 좌표의 연산을 생략해도 된다. 또한, 방향 벡터가 기록점에 구애되지 않고 일정 값을 취할 경우, 방향 벡터의 연산 처리는 생략할 수 있다.
- [0095] 즉, 기록점 설정부(111)는, 기록점 및 방향 벡터를 특정하기에 충분한 정보를 설정할 수 있는 구성이면 된다. 기록점 설정부(111)는, 기록점마다 고유의 ID를 할당하는 것으로 해도 된다. 이 경우, 후술하는 시공 이력 생성부(113)는, 시공 이력 데이터에의 기록점이나 방향 벡터의 기록을 생략하고, 고유의 ID만을 기록한다. 그 경우, 후술하는 출력부(154)는, 기록점마다 고유의 ID와 기록점의 조합을 입력 혹은 도출할 수 있도록 구성할 필요가 있는데, 시공 이력 데이터의 용량 삭감을 도모할 수 있다.
- [0096] 궤적 연산부(112)는, 압력 검출 장치(162)로부터의 압력 정보, 조작 검출 장치(163)로부터의 조작 정보 및 자세 검출 장치(130)로부터의 자세 정보(각도 정보)에 기초하여, 버킷(10)의 궤적을 연산한다.
- [0097] 버킷(10)에 의해 지산을 굴삭하는 「굴삭 동작」에 있어서, 버킷(10)의 궤적이란, 지면과 접하는 버킷(10)의 발톱끝의 이동 궤적이다. 버킷(10)을 전방으로 이동시킴으로써 버킷(10)의 배면으로 지면을 다지는 「다지기 동작」에 있어서, 버킷(10)의 궤적이란, 지면에 접하는 버킷(10)의 배면 상의 특정 부위의 이동 궤적이다. 버킷(10)을 지면에 내리치는 「비탈면 다지기 동작」에 있어서, 버킷(10)의 궤적이란, 버킷(10)이 지면에 내려쳐진

순간의 버킷(10)의 저면에 상당한다.

- [0098] 다지기 동작에 있어서, 지면과 접하는 「버킷(10)의 배면 상의 특정 부위」는, 버킷(10)의 형상에 따라 다르다. 예를 들어, 범면 버킷과 같은, 버킷의 배면과 저면이 매끄럽게 접촉되어 있지 않은 버킷에 있어서는, 버킷의 저면에서의 발톱끝과는 반대측의 단부를, 배면 상의 특정 부위로서 설정해 두는 것이 바람직하다. 한편, 일반적인 버킷과 같이, 버킷의 배면과 저면이 매끄럽게 접촉되어, 버킷(10)의 배면이 곡면으로 되어 있는 것에 대해서는, 버킷(10)의 형상에 따라, 지면과 접하는 부위는 다르다. 이 때문에, 작업 전에 실험적으로 다지기 동작을 행하여, 버킷(10)이 지면과 접하는 부위를 확인하고, 버킷(10)의 배면 상의 특정 부위를 설정해 두는 것이 바람직하다.
- [0099] 궤적 연산부(112)는, 조작 검출 장치(163)로부터의 조작 정보 및 압력 검출 장치(162)로부터의 압력 정보에 기초하여, 유압 셔블(100)이 굴삭 동작을 행하고 있는지 여부를 판정한다. 굴삭 동작에서는, 암 당김 조작이 행해지고, 또한, 버킷(10)이 지면에 접촉하고 있다.
- [0100] 궤적 연산부(112)는, 좌측 조작 레버 장치(22b)의 암 당김 조작량이, 미리 정한 조작량 역치(La1) 이상인 경우에는, 암 당김 조작이 이루어져 있다고 판정하고, 암 당김 조작량이 조작량 역치(La1) 미만인 경우에는, 암 당김 조작은 이루어지지 않았다고 판정한다. 조작량 역치(La1)는, 암 당김 방향으로 좌측 조작 레버 장치(22b)가 조작되어 있는지 여부를 판정하기 위한 역치이며, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다.
- [0101] 궤적 연산부(112)는, 암 실린더(6)의 보텀측 유실의 압력(Pab)이 압력 역치(Pab0) 이상일 경우에는, 버킷(10)이 지면에 접촉하고 있다고 판정하고, 암 실린더(6)의 보텀측 유실의 압력(Pab)이 압력 역치(Pab0) 미만일 경우에는, 버킷(10)은 지면에 접촉하고 있지 않다고 판정한다. 압력 역치(Pab0)는, 암 당김 조작에 의한 굴삭 작업에 있어서 버킷(10)이 지면에 접촉하고 있는지 여부를 판정하기 위한 역치이며, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다. 암 실린더(6)가 신장되는 방향으로 동작할 때, 지면에 버킷(10)이 접촉하면, 암 실린더(6)의 보텀측 유실의 압력이 상승한다. 이 때문에, 암 실린더(6)의 보텀측 유실의 압력을 감시함으로써, 굴삭 동작이 행해지고 있는지 여부를 판정할 수 있다.
- [0102] 궤적 연산부(112)는, 좌측 조작 레버 장치(22b)의 암 당김 조작량이 조작량 역치(La1) 이상이고, 또한, 암 실린더(6)의 보텀측 유실의 압력(Pab)이 압력 역치(Pab0) 이상일 경우에는, 유압 셔블(100)은 굴삭 동작을 행하고 있다고 판정한다. 궤적 연산부(112)는, 좌측 조작 레버 장치(22b)의 암 당김 조작량이 조작량 역치(La1) 미만일 경우, 혹은, 암 실린더(6)의 보텀측 유실의 압력(Pab)이 압력 역치(Pab0) 미만일 경우에는, 유압 셔블(100)은 굴삭 동작을 행하고 있지 않다고 판정한다.
- [0103] 궤적 연산부(112)는, 조작 검출 장치(163)로부터의 조작 정보 및 압력 검출 장치(162)로부터의 압력 정보에 기초하여, 유압 셔블(100)이 다지기 동작을 행하고 있는지 여부를 판정한다. 다지기 동작에서는, 암 밀기 조작이 행해지고, 또한, 버킷(10)이 지면에 접촉하고 있다.
- [0104] 궤적 연산부(112)는, 좌측 조작 레버 장치(22b)의 암 밀기 조작량이, 미리 정한 조작량 역치(La2) 이상일 경우에는, 암 밀기 조작이 이루어져 있다고 판정하고, 암 밀기 조작량이 조작량 역치(La2) 미만일 경우에는, 암 밀기 조작은 이루어지지 않았다고 판정한다. 조작량 역치(La2)는, 암 밀기 방향으로 좌측 조작 레버 장치(22b)가 조작되어 있는지 여부를 판정하기 위한 역치이며, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다.
- [0105] 궤적 연산부(112)는, 암 실린더(6)의 로드측 유실의 압력(Par)이 압력 역치(Par0) 이상일 경우에는, 버킷(10)이 지면에 접촉하고 있다고 판정하고, 암 실린더(6)의 로드측 유실의 압력(Par)이 압력 역치(Par0) 미만일 경우에는, 버킷(10)은 지면에 접촉하고 있지 않다고 판정한다. 압력 역치(Par0)는, 암 밀기 조작에 의한 다지기 작업에 있어서 버킷(10)이 지면에 접촉하고 있는지 여부를 판정하기 위한 역치이며, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다. 암 실린더(6)가 수축하는 방향으로 동작할 때, 지면에 버킷(10)이 접촉하면, 암 실린더(6)의 로드측 유실의 압력이 상승한다. 이 때문에, 암 실린더(6)의 로드측 유실의 압력을 감시함으로써, 다지기 동작이 행해지고 있는지 여부를 판정할 수 있다.
- [0106] 궤적 연산부(112)는, 좌측 조작 레버 장치(22b)의 암 밀기 조작량이 조작량 역치(La2) 이상이고, 또한, 암 실린더(6)의 로드측 유실의 압력(Par)이 압력 역치(Par0) 이상일 경우에는, 유압 셔블(100)은 다지기 동작을 행하고 있다고 판정한다. 궤적 연산부(112)는, 좌측 조작 레버 장치(22b)의 암 밀기 조작량이 조작량 역치(La2) 미만일 경우, 혹은, 암 실린더(6)의 로드측 유실의 압력(Par)이 압력 역치(Par0) 미만일 경우에는, 유압 셔블(100)은 다지기 동작을 행하고 있지 않다고 판정한다.
- [0107] 궤적 연산부(112)는, 조작 검출 장치(163)로부터의 조작 정보 및 압력 검출 장치(162)로부터의 압력 정보에 기

초하여, 유압 서블(100)이 비탈면 다지기 동작을 행하고 있는지 여부를 판정한다. 비탈면 다지기 동작에서는, 붐 하강 조작이 행해지고, 또한, 버킷(10)이 지면에 접촉해서 지면을 압박한다.

- [0108] 제적 연산부(112)는, 우측 조작 레버 장치(22a)의 붐 하강 조작량이, 미리 정한 조작량 역치(Lb1) 이상일 경우에는, 붐 하강 조작이 이루어져 있다고 판정하고, 붐 하강 조작량이 조작량 역치(Lb1) 미만일 경우에는, 붐 하강 조작은 이루어지지 않았다고 판정한다. 조작량 역치(Lb1)는, 붐 하강 방향으로 우측 조작 레버 장치(22a)가 조작되어 있는지 여부를 판정하기 위한 역치이며, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다.
- [0109] 제적 연산부(112)는, 붐 실린더(5)의 로드측 유실의 압력(Pbr)이 압력 역치(Pbr0) 이상일 경우에는, 버킷(10)이 지면에 접촉해서 지면을 압박하고 있다고 판정하고, 붐 실린더(5)의 로드측 유실의 압력(Pbr)이 압력 역치(Pbr0) 미만일 경우에는, 버킷(10)은 지면을 압박하고 있지 않다고 판정한다. 압력 역치(Pbr0)는, 붐 하강 조작에 의한 비탈면 다지기 작업에 있어서 버킷(10)이 지면을 압박하고 있는지 여부를 판정하기 위한 역치이며, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다. 붐 실린더(5)가 수축하는 방향으로 동작할 때, 지면에 버킷(10)이 눌러지면(내려쳐지면), 붐 실린더(5)의 로드측 유실의 압력이 급격하게 상승한다. 이 때문에, 붐 실린더(5)의 로드측 유실의 압력을 감시함으로써, 비탈면 다지기 동작이 행해지고 있는지 여부를 판정할 수 있다.
- [0110] 제적 연산부(112)는, 우측 조작 레버 장치(22a)의 붐 하강 조작량이 조작량 역치(Lb1) 이상이고, 또한, 붐 실린더(5)의 로드측 유실의 압력(Pbr)이 압력 역치(Pbr0) 이상일 경우에는, 유압 서블(100)은 비탈면 다지기 동작을 행하고 있다고 판정한다. 제적 연산부(112)는, 우측 조작 레버 장치(22a)의 붐 하강 조작량이 조작량 역치(Lb1) 미만일 경우, 혹은, 붐 실린더(5)의 로드측 유실의 압력(Pbr)이 압력 역치(Pbr0) 미만일 경우에는, 유압 서블(100)은 비탈면 다지기 동작을 행하고 있지 않다고 판정한다.
- [0111] 또한, 굴삭 동작, 다지기 동작, 비탈면 다지기 동작의 판정 방법은, 상술한 방법에 한정되지 않는다. 조작 검출 장치(163)로부터의 조작 정보 및 압력 검출 장치(162)로부터의 압력 정보의 한쪽에만 기초하여, 동작을 판정해도 된다. 예를 들어, 붐 실린더(5)의 로드측 유실의 압력(Pbr)의 시간 변화율이 역치 이상일 경우에는, 비탈면 다지기 동작이 행해지고 있다고 판정하고, 붐 실린더(5)의 로드측 유실의 압력(Pbr)의 시간 변화율이 역치 미만일 경우에는, 비탈면 다지기 동작은 행해지지 않는다고 판정해도 된다.
- [0112] 제적 연산부(112)는, 굴삭 동작, 다지기 동작 및 비탈면 다지기 동작의 어느 것이 행해지고 있다고 판정되면, 제적 연산 처리를 실행한다. 이하, 제적 연산 처리에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0113] 제적 연산부(112)는, 소정의 연산 주기로, 버킷(10)에 설정되는 모니터 포인트의 위치 좌표(위치 정보)를 반복해서 연산함으로써, 시각마다의 모니터 포인트의 위치 좌표로 구성되는 버킷(10)의 궤적(궤적 데이터)을 연산한다. 모니터 포인트의 위치 좌표를 시계열로 연결함으로써, 버킷(10)의 궤적을 구성하는 면이 특정된다.
- [0114] 모니터 포인트는, 작업 장치(100a)가 작업을 행하고 있을 때, 버킷(10)이 지면과 접하고 있는 부위의 궤적을 특정하기 위한 점이며, 유압 서블(100)의 동작 내용(작업 내용)에 따라서 설정된다. 굴삭 동작이 행해지고 있다고 판정된 경우, 제적 연산부(112)는, 버킷(10)의 발톱끝(Pb)의 좌우 단부의 2점을 모니터 포인트로서 설정한다. 다지기 동작이 행해지고 있다고 판정된 경우, 제적 연산부(112)는, 버킷(10)의 배면의 특정 부위의 좌우 단부의 2점을 모니터 포인트로서 설정한다. 비탈면 다지기 동작이 행해지고 있다고 판정된 경우, 제적 연산부(112)는, 버킷(10)의 저면의 네 코너의 점을 모니터 포인트로서 설정한다.
- [0115] 제적 연산부(112)는, 자세 검출 장치(130)가 출력하는 자세 정보(붐각(α), 암각(β), 버킷각(γ), 제1 GNSS 안테나(35a)의 현장 좌표계에서의 안테나 위치 좌표 및 차체(100b)(선회체(12))의 방위각(Θ_y), 롤각(Θ_r), 피치각(Θ_p))와, ROM(110b)에 기억되어 있는 유압 서블(100)의 각 부의 치수 정보에 기초하여, 현장 좌표계에서의 모니터 포인트의 위치 좌표의 연산을 소정 시간(연산 주기)마다 행한다. 소정 시간마다 연산되는 모니터 포인트의 위치 좌표는, 버킷(10)의 궤적을 나타내는 정보이다. 즉, 제적 연산부(112)는, 유압 서블(100)의 자세 정보 및 치수 정보에 기초하여, 버킷(10)의 궤적을 연산한다.
- [0116] 도 6을 참조하여, 굴삭 동작이 행해지고 있을 때의 모니터 포인트의 위치 좌표의 구체적인 연산 방법의 예에 대해서 설명한다. 도 6은 서블 기준 좌표계를 도시하는 도면이다. 도 6의 서블 기준 좌표계는, 선회체(12)에 대해 설정되는 좌표계이다. 서블 기준 좌표계에서는, 붐 핀(91)의 중심축 상에서의 붐 핀(91)의 좌우 폭의 중심이 원점(O)으로서 설정된다. 서블 기준 좌표계에서는, 선회체(12)의 선회 중심축과 평행하고, 원점(O)으로부터 선회체(12)의 상방으로 연장되는 축이 Z축으로서 설정된다. 서블 기준 좌표계에서는, Z축과 직교하고, 원점(O)으로부터 선회체(12)의 전방으로 연장되는 축이 X축으로서 설정된다. 서블 기준 좌표계에서는, Z축 및 X축에 직교하고, 원점(O)으로부터 선회체(12)의 좌측 방향으로 연장되는 축이 Y축으로서 설정된다. 즉, 선회체

(12)의 좌우 방향으로 연장되는 붐 핀(91)의 중심축이 Y축으로서 설정된다.

[0117] X-Y 평면에 대한 붐(8)의 경사 각도가 붐각(α)이며, 붐(8)에 대한 암(9)의 경사 각도가 암각(β)이며, 암(9)에 대한 버킷(10)의 경사 각도가 버킷각(γ)이다. 붐각(α)은, 붐(8)을 상한까지 높인 상태(붐 실린더(5)가 최신장 상태에서)에서 최소, 붐(8)을 하한까지 낮춘 상태(붐 실린더(5)가 최수축 상태에서)에서 최대가 되는 값이다. 암각(β)은, 암 실린더(6)가 최수축 상태에서 최소, 암 실린더(6)가 최신장 상태에서 최대가 되는 값이다. 버킷각(γ)은, 버킷 실린더(7)가 최수축 상태(도 6의 상태)에서 최소, 버킷 실린더(7)가 최신장 상태에서 최대가 되는 값이다. 또한, Y축 주위의 차체(100b)(선회체(12))의 경사 각도가 피치각(Θ_p)이며, X축 주위의 차체(100b)(선회체(12))의 경사 각도가 롤각(Θ_r)이며, Z축 주위의 차체(100b)(선회체(12))의 경사 각도가 방위각(Θ_y)이다.

[0118] 방위각(Θ_y), 피치각(Θ_p) 및 롤각(Θ_r), 그리고 제1 GNSS 안테나(35a)의 셔블 기준 좌표계에서의 좌표 및 제1 GNSS 안테나(35a)의 RTK-GNSS 측위에 의한 현장 좌표계에서의 좌표를 사용함으로써, 차체 좌표계와 현장 좌표계는 서로 변환 가능하다.

[0119] 모니터 포인트의 현장 좌표계에서의 위치 좌표는, 붐(8), 암(9), 버킷(10)의 회동 각도(α , β , γ)와, 작업 장치(100a)의 치수 정보로부터 연산되는 셔블 기준 좌표계에서의 위치 좌표를 변환함으로써 얻어진다.

[0120] 셔블 기준 좌표계에서의 모니터 포인트(도 6에 나타내는 예에서는, 버킷(10)의 발톱끝)(Pb)의 Z 좌표 및 X 좌표는, 이하의 식 (1), (2)로 나타낼 수 있다.

$$Z = L_{bm} \cdot \sin \alpha + L_{am} \cdot \sin(\alpha + \beta) + L_{bkt} \cdot \sin(\alpha + \beta + \gamma) \quad \cdots (1)$$

$$X = L_{bm} \cdot \cos \alpha + L_{am} \cdot \cos(\alpha + \beta) + L_{bkt} \cdot \cos(\alpha + \beta + \gamma) \quad \cdots (2)$$

[0123] 또한, 모니터 포인트인 버킷(10)의 발톱끝(Pb)의 Y 좌표는, 원점(0)으로부터 버킷(10)의 폭 방향의 중심까지의 Y축 방향의 오프셋양(일정값)(Y_o)과 버킷(10)의 발톱끝의 폭으로부터 구할 수 있다. 예를 들어, 버킷(10)의 발톱끝(Pb)의 폭이 bw일 경우, 모니터 포인트의 Y 좌표는, $Y_o - (bw/2)$ 및 $Y_o + (bw/2)$ 가 된다. 오프셋양(Y_o)은, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다. 또한, 버킷(10)의 폭 방향의 중심의 Y 좌표가 0(제로)일 경우, 모니터 포인트의 Y 좌표는, $(-bw/2)$ 및 $(+bw/2)$ 가 된다.

[0124] 셔블 기준 좌표계에서의 제1 GNSS 안테나(35a)로부터 셔블 기준 좌표계의 원점을 향하는 벡터를 ($offset_X$, $offset_Y$, $offset_Z$), 셔블 기준 좌표계에서의 X, Y, Z축을 중심으로 회전하는 회전 행렬을 $R_x(\Theta_r)$, $R_y(\Theta_p)$, $R_z(\Theta_y)$, 셔블 기준 좌표계에서의 모니터 포인트의 위치 좌표를 (X, Y, Z), 현장 좌표계의 원점으로부터 제1 GNSS 안테나(35a)의 위치 좌표를 향하는 위치 벡터를 (E_GNSS , N_GNSS , H_GNSS)로 하면, 현장 좌표계에서의 모니터 포인트의 위치 좌표(E, N, H), 즉 ENH 좌표는, 이하의 식 (3)에 의해 산출된다.

$$\begin{pmatrix} E \\ N \\ H \end{pmatrix} = R_x(\theta_r) \cdot R_y(\theta_p) \cdot R_z(\theta_y) \left(\begin{pmatrix} offset_X \\ offset_Y \\ offset_Z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \right) + \begin{pmatrix} E_GNSS \\ N_GNSS \\ H_GNSS \end{pmatrix} \quad \cdots (3)$$

[0126] 도 5에 나타내는 시공 이력 생성부(113)는, 기록점 설정부(111)에 의해 연산된 기록점의 좌표 및 방향 벡터와, 궤적 연산부(112)에 의해 연산된 버킷(10)의 궤적(모니터 포인트의 궤적)에 기초하여, 시공 이력 데이터를 생성한다. 시공 이력 생성부(113)는, 복수의 기록점 각각에 버킷(10)의 궤적을 구성하는 모니터 포인트의 위치 좌표(위치 정보)를 소정의 방법을 사용하여 대응지음으로써, 시공 이력 데이터로서의 버킷(10)의 궤적의 위치 정보를 연산한다. 시공 이력 생성부(113)는, 생성한 시공 이력 데이터를 기억 장치(169)에 기록한다.

[0127] 도 20은 시공 이력 데이터 테이블의 일례에 대해서 도시하는 도면이다. 도 20에 도시하는 바와 같이, 시공 이력 데이터 테이블은, 시각(타임 스탬프)과 함께 기록되는 로그 데이터의 집합체이다. 도 20에 나타내는 시공 이력 데이터 테이블의 로그 데이터에는, 기록점의 정보로서의 ENH 좌표(기록점 좌표라고도 기재함)와, 그 기록점의 근방을 통과한 버킷(10)의 궤적의 위치 정보로서의 ENH 좌표(궤적 좌표라고도 기재함)와, 궤적 연산부(112)에 의한 동작 판정 결과가 포함된다.

[0128] 도 21을 참조하여, 시공 이력 데이터로서의 버킷(10)의 궤적 좌표의 연산 방법에 대해서 설명한다. 본 실시 형태에서는, 도 21에 도시하는 바와 같이, 시공 이력 생성부(113)는, 기록점을 지나서 방향 벡터의 방향으로 신장되는 직선과 버킷(10)의 궤적을 구성하는 면의 교점의 ENH 좌표를 궤적 좌표로서 연산한다. 시공 이력 생성부(113)는, 연산한 궤적 좌표를 시공 이력 데이터 테이블에 기록한다. 즉, 본 실시 형태에서는, 기록점으로부터

연장되는 방향 벡터를 사용한 방법에 의해, 복수의 기록점과 버킷(10)의 궤적을 구성하는 모니터 포인트의 위치 정보를 대응지음으로써, 시공 이력 데이터를 연산한다.

[0129] 단, 도 21에 나타내는 예에서는, 연직 벽면에 설정되는 기록점과 같이, 기록점의 위치 및 방향 벡터에 따라서는, 기록점을 지나서 방향 벡터의 방향으로 신장되는 직선과 버킷(10)의 궤적이, 현황 지형과는 멀리 떨어진 위치에서 교차하는 경우가 있다. 그래서, 본 실시 형태에서, 시공 이력 생성부(113)는, 기록점에 대응지어서 그 기록점으로부터 작업 장치(100a)의 궤적까지의 방향 벡터의 방향의 거리(즉, 버킷(10)의 궤적으로부터 기록점까지의 거리인 목표면 거리)(D)를 연산하고, 연산한 목표면 거리(D)가 거리 역치(D0) 이상일 경우에는, 기록점에 대응지어진 작업 장치(100a)의 궤적의 위치 정보를 시공 이력 데이터로서 기록하지 않는다. 시공 이력 생성부(113)는, 연산한 목표면 거리(D)가 거리 역치(D0) 미만일 경우에는, 기록점에 대응지어진 작업 장치(100a)의 궤적의 위치 정보인 ENH 좌표를 시공 이력 데이터로서 기록한다. 거리 역치(D0)는, 예를 들어 1m 정도의 일정값이며, ROM(110b)에 미리 기억되어 있다.

[0130] 도 22는 시공 이력 데이터 테이블의 다른 예에 대해서 도시하는 도면이다. 도 22에 도시하는 바와 같이, 시공 이력 데이터 테이블의 로그 데이터에는, 기록점의 ENH 좌표(기록점 좌표)와, 그 기록점으로부터 버킷(10)의 궤적까지의 방향 벡터의 방향의 거리(즉, 버킷(10)의 궤적으로부터 목표면(St)까지의 거리인 목표면 거리)(D)와, 목표면 거리(D)의 연산에 사용한 방향 벡터와, 궤적 연산부(112)에 의한 동작 판정 결과가 포함된다.

[0131] 목표면 거리(D)는, 상술한 바와 같이, 기록점을 지나서 방향 벡터의 방향으로 신장되는 직선과 버킷(10)의 궤적을 구성하는 면의 교점으로부터 기록점까지의 직선 거리이다. 목표면 거리(D)는, 목표면(St)으로부터 방향 벡터의 방향(공중, 혹은 지상 방향)으로 버킷(10)의 궤적이 있을 경우는 양의 값을 취하고, 목표면(St)으로부터 방향 벡터의 반대 방향(지중을 향하는 방향)으로 버킷(10)의 궤적이 있을 경우는 음의 값을 취한다.

[0132] 이와 같이, 시공 이력 생성부(113)는, 버킷(10)의 궤적의 ENH 좌표를 연산하고, 연산한 버킷(10)의 궤적의 ENH 좌표 그 자체를 시공 이력 데이터로서 기록해도 되고(도 20 참조), 버킷(10)의 궤적의 ENH 좌표를 특정하기 위해 필요한 기록점의 ENH 좌표, 방향 벡터 및 목표면 거리(D)를 연산하고, 그 연산 결과를 시공 이력 데이터로서 기록해도 된다(도 22 참조).

[0133] 또한, 버킷(10)의 궤적의 ENH 좌표(도 20 참조) 및 방향 벡터(도 22 참조)는, 기록점에 대응지어진 파라미터이다. 이 때문에, 기록점마다 고유의 ID를 할당하고 있을 경우, 기록점의 ENH 좌표 대신에 기록점의 ID를 기록함으로써, 시공 이력 데이터의 용량 삭감을 도모해도 된다. 또한, 복수의 로그 데이터에 있어서 동일한 타임 스탬프가 되는 경우 등, 시공 이력 데이터 테이블에 중복되는 정보가 포함되는 경우, 로그 데이터를 가변 길이인 것으로 해서 데이터양을 삭감해도 된다. 또한, 방향 벡터가 항상 (0, 0, 1) 등의 정해진 값을 사용하는 경우, 기록점의 좌표와 목표면 데이터를 대조함으로써 방향 벡터를 후처리적으로 구할 수 있을 경우, 또는, 방향 벡터를 사용하지 않는 경우 등, 불필요한 정보나 다른 파라미터로부터 도출 가능한 정보 등은 시공 이력 데이터로서 기록하지 않아도 된다.

[0134] 도 5에 나타내는 송신부(114)는, 시공 이력 생성부(113)에서 생성되어, 기억 장치(169)에 기억된 시공 이력 데이터의 로그 데이터를 관리 컨트롤러(150)에 송신한다. 즉, 시공 이력 연산 시스템(181)을 구성하는 차체 컨트롤러(110)는, 지형 데이터 연산 시스템(182)을 구성하는 관리 컨트롤러(150)에 대해, 기억 장치(169)에 기억되어 있는 시공 이력 데이터의 로그 데이터를 출력한다.

[0135] 도 23을 참조하여, 차체 컨트롤러(110)에 의해 실행되는 시공 이력 데이터 생성 처리에 대해서 설명한다. 도 23에 나타내는 흐름도의 처리는, 예를 들어 이그니션 스위치(도시하지 않음)가 온으로 됨으로써 개시된다. 스텝 S100의 궤적의 기록점의 설정 처리가 행해진 후에는, 소정의 연산 주기로 스텝 S105 내지 S140의 처리가 반복해서 실행된다.

[0136] 도 23에 도시하는 바와 같이, 스텝 S100에서, 차체 컨트롤러(110)(기록점 설정부(111))는, 목표면 입력 장치(161)로부터 입력되는 목표면 데이터에 기초하여, 기록점의 좌표와 방향 벡터를 설정하고, 스텝 S105로 진행한다. 또한, 스텝 S100의 구체적인 처리 내용은, 도 13 및 도 16을 참조하여 설명했으므로, 여기서의 설명은 생략한다. 스텝 S105에서, 차체 컨트롤러(110)(궤적 연산부(112))는, 조작 검출 장치(163)에 의해 검출되는 조작 정보(조작 방향 및 조작량), 자세 검출 장치(130)에 의해 검출되는 자세 정보(유압 서블(100)의 위치 좌표, 분각(α), 암각(β), 버킷각(γ), 피치각(θ_p), 롤각(θ_r) 및 방위각(θ_y)) 및 압력 검출 장치(162)에 의해 검출되는 압력 정보 등의 센서 정보를 취득하고, 스텝 S110으로 진행한다.

[0137] 스텝 S110에서, 차체 컨트롤러(110)(궤적 연산부(112))는, 스텝 S105에서 취득한 조작 정보 및 압력 정보에 기

초하여, 굴삭 동작, 다지기 동작 및 비탈면 다지기 동작의 어느 것이 행해지고 있는지 여부를 판정하는 동작 판정 처리를 실행한다. 스텝 S110에서, 굴삭 동작, 다지기 동작 및 비탈면 다지기 동작의 어느 것이 행해지고 있다고 판정되면, 작업 장치(100a)에 의한 작업이 행해지고 있는 것으로 하여, 처리가 스텝 S120으로 진행된다. 스텝 S110에서, 굴삭 동작, 다지기 동작 및 비탈면 다지기 동작 어느 것도 행해지고 있지 않다고 판정되면, 스텝 S105로 돌아간다.

[0138] 스텝 S120에서, 차체 컨트롤러(110)(궤적 연산부(112))는, 버킷(10)의 궤적(모니터 포인트의 위치 좌표)을 연산하고, 스텝 S125로 진행한다. 스텝 S125에서, 차체 컨트롤러(110)(시공 이력 생성부(113))는, 스텝 S120에서 연산된 버킷(10)의 궤적과, 스텝 S100에서 설정된 기록점 및 방향 벡터에 기초하여, 기록점을 지나서 방향 벡터의 방향으로 연장되는 직선과 버킷(10)의 궤적을 구성하는 면의 교점의 좌표(기록점에 대응하는 궤적 좌표)와, 목표면 거리(D)를 연산하고, 스텝 S130으로 진행한다. 또한, 기록점을 지나서 방향 벡터의 방향으로 연장되는 직선과 버킷(10)의 궤적을 구성하는 면의 교점이 존재하지 않는 경우에는, 목표면 거리(D)에 미리 정해진 무효값을 설정한다. 무효값은, 거리 역치(D0)보다 큰 값이며, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다.

[0139] 스텝 S130에서, 차체 컨트롤러(110)(시공 이력 생성부(113))는, 버킷(10)이 기록점 부근을 통과했는지 여부를 판정한다. 스텝 S130에서, 차체 컨트롤러(110)는, 스텝 S125에서 연산한 목표면 거리(D)가 거리 역치(D0) 미만일 경우에는, 그 목표면 거리(D)에 대응하는 기록점 부근을 버킷(10)이 통과하였다고 판정하고 스텝 S140으로 진행한다. 스텝 S130에서, 차체 컨트롤러(110)는, 스텝 S125에서 연산한 모든 기록점에 대응지어진 목표면 거리(D)가 거리 역치(D0) 이상일 경우에는, 버킷(10)이 기록점 부근을 통과하지 않았다고 판정하고, 스텝 S105로 돌아간다.

[0140] 스텝 S140에서, 차체 컨트롤러(110)는, 스텝 S130에서 버킷(10)이 기록점 부근을 통과하였다고 판정된 기록점의 ENH 좌표, 그 기록점에 대응하는 궤적의 ENH 좌표 및 목표면 거리, 그리고 동작 내용을 본 연산 사이클에서의 시각(타임 스탬프)과 함께 시공 이력 데이터로서 기억 장치(169)에 기록하고, 스텝 S105로 돌아간다.

[0141] 도 23의 흐름도에 나타내는 스텝 S105 내지 S140의 처리가 반복해서 실행됨으로써, 시공 이력 데이터의 로그 데이터가 기억 장치(169)에 축적된다. 기억 장치(169)에 축적된 시공 이력 데이터의 로그 데이터는, 소정의 송신 주기로, 관리 서버(51)에 송신된다.

[0142] 도 5에 도시한 바와 같이, 관리 서버(51)의 관리 컨트롤러(제2 처리 장치)(150)는, 유압 셔블(100)의 차체 컨트롤러(110)로부터 송신된 시공 이력 데이터를 수신하고, 수신한 시공 이력 데이터에 포함되는 버킷(10)의 궤적의 위치 정보에 기초하여 지형 데이터를 생성하는 처리를 실행한다. 이하, 관리 컨트롤러(150)의 기능에 대해서 상세하게 설명한다.

[0143] 관리 컨트롤러(150)는, 수신부(151), 추출부(152) 및 출력부(154)로서 기능한다. 수신부(151)는, 유압 셔블(100)의 차체 컨트롤러(110)로부터 송신된 시공 이력 데이터를 수신하고, 수신한 시공 이력 데이터의 로그 데이터를 기억 장치(52)에 기억한다.

[0144] 수신부(151)는, 특정 유압 셔블(100)이 출력하는 시공 이력 데이터의 로그 데이터를 기억 장치(52)에 축적한다. 또한, 수신부(151)는, 복수의 유압 셔블(100)이 출력하는 시공 이력 데이터를 기억 장치(52)에 축적해도 된다.

[0145] 기억 장치(52)에 시공 이력 데이터의 로그 데이터가 축적되면, 로그 데이터 중에 시공 영역이 중복되는 로그 데이터가 포함되는 경우가 있다. 추출부(152)는, 기억 장치(52)에 기억된 시공 이력 데이터의 로그 데이터 중, 버킷(10)의 궤적이 현황 지형 형상에 가까운 것을 추정해서 추출한다. 즉, 시공 이력 데이터가 굴삭 동작 혹은 다지기 동작에 의해 얻어진 데이터일 경우에는, 추출부(152)는, 버킷(10)이 현황 지형을 따라 이동하였다고 추정될 때의 로그 데이터를 추출하게 된다. 이하, 추출부(152)에 의해 추출된 로그 데이터를 추출 로그 데이터라고도 기재한다.

[0146] 추출부(152)는, 기억 장치(52)에 기억된 시공 이력 데이터의 로그 데이터에 대해, 시공 영역이 중복되는지 여부(즉, 대응하는 기록점이 동일한 로그 데이터가 2개 이상 존재하고 있는지 여부)를 판정한다.

[0147] 본 실시 형태에서는, 추출부(152)는, 동일한 기록점에 대해서, 복수의 타임 스탬프의 로그 데이터가 존재하고 있을 경우, 시공 영역이 중복되어 있다고 판정한다. 추출부(152)는, 시공 영역이 중복되어 있다고 판정한 로그 데이터, 예를 들어 궤적의 ENH 좌표 중 E 좌표 및 N 좌표의 조합이 다른 로그 데이터와 중복되는 로그 데이터는, 추출 조건에 기초하여, 그러한 로그 데이터 중에서 현황 지형 형상에 가장 가까운 로그 데이터를 추정해서 추출한다.

- [0148] 추출부(152)는, 다른 기록점과 동일하지 않은 기록점에 관한 로그 데이터가 존재하고 있을 경우, 시공 영역이 중복되지 않았다고 판정한다. 추출부(152)는, 시공 영역이 중복되지 않았다고 판정한 로그 데이터는, 그대로 추출 로그 데이터로서 채용한다.
- [0149] 도 24를 참조하여, 시공 이력 데이터의 로그 데이터의 추출 조건의 설정 방법의 예에 대해서 설명한다. 도 24에 도시하는 바와 같이, 시공 이력 데이터의 로그 데이터에, 현장에 성토 부분이 존재하지 않는 경우(절토만이 존재하는 경우), 현황 지형의 높이는 항상 낮아지는 방향으로 변화하는 것이 생각되기 때문에, 「목표면 거리가 최저값」의 추출 조건을 채용하는 것이 바람직하다. 이 경우, 시공 영역이 중복되어 있는 로그 데이터 중, 목표면 거리(D)가 최저값인 것이 추출 로그 데이터로서 추출된다. 시공 이력 데이터의 로그 데이터에, 현장에 성토 부분이 존재하는 경우, 현황 지형의 높이가 높아지거나 낮아지거나 하는 것이 상정되기 때문에, 높이 방향의 조건이 아니라, 시각 정보를 사용한 추출 조건 「시각이 최신값」을 사용하는 것이 바람직하다. 이 경우, 시공 영역이 중복되어 있는 로그 데이터 중, 시각이 최신값인 것이 추출 로그 데이터로서 추출된다.
- [0150] 도 5에 나타내는 출력부(154)는, 추출부(152)에 의해 추출된 로그 데이터를, 점군 데이터 또는 TIN(Triangulated Irregular Network: 부정 삼각형 망) 데이터로 변환하고, 변환 후의 데이터를 현황 지형 데이터로서 진척 관리 시스템(190)에 출력한다.
- [0151] 진척 관리 시스템(190)은, 관리 컨트롤러(150)에서 생성된 현황 지형 데이터에 기초하여, 생산량, 완료 형태 등의 진척 관리 정보를 연산한다. 진척 관리 시스템(190)은, 진척 관리 정보를 표시 장치(53)(도 1, 도 4 참조)에 출력하여, 표시 장치(53)의 표시 화면에 진척 관리 정보를 표시시킴으로써 관리자에 대해 정보 제시를 행한다. 또한, 정보 제시 방법은 그에 한정되지 않는다. 진척 관리 시스템(190)은, 진척 관리 정보를 인쇄 장치(도시하지 않음)에 출력하여, 인쇄 장치에 의해 종이 매체에 진척 관리 정보를 인쇄시키도록 해도 된다.
- [0152] 또한, 진척 관리 시스템(190)은, 진척 관리 정보를, 유압 셔블(100)에 탑재된 표시 장치(164)(도 4 참조)의 표시 화면, 유압 셔블(100)의 주위에서 작업을 행하고 있는 작업원이 휴대하는 스마트폰, 태블릿, 노트북 PC 등의 휴대 단말기의 표시 화면 등에 표시시키도록 해도 된다. 또한, 진척 관리 시스템(190)의 기능은, 관리 컨트롤러(150)가 구비하도록 해도 된다.
- [0153] 도 25를 참조하여, 관리 컨트롤러(150)에 의해 실행되는 지형 데이터 생성·출력 처리에 대해서 설명한다. 도 25에 나타내는 흐름도의 처리는, 관리 서버(51)의 입력 장치(54)에 의해, 지형 데이터 생성·출력 처리의 실행 조작이 행해짐으로써 개시되어, 도시하지 않은 초기 설정이 행해진 후, 실행된다.
- [0154] 스텝 S150에서, 관리 컨트롤러(150)는, 기억 장치(52)에 기억되어 있는 시공 이력 데이터의 로그 데이터로부터, 추출 조건에 기초하여 추출 로그 데이터를 추출하고 스텝 S170으로 진행한다.
- [0155] 스텝 S170에서, 관리 컨트롤러(150)는, 스텝 S150에서 추출한 로그 데이터를 점군 데이터 또는 TIN 데이터로 변환하고, 변환 후의 데이터를 현황 지형 데이터로서 진척 관리 시스템(190)에 출력하고, 도 24의 흐름도에 나타내는 처리를 종료한다.
- [0156] 도 26a 및 도 26b를 참조하여, 본 실시 형태에 관한 지형 데이터 생성 시스템(180)에 의해 생성되는 지형 데이터와, 본 실시 형태의 비교예에 관한 지형 데이터 생성 시스템에 의해 생성되는 지형 데이터의 차이에 대해서 설명한다. 도 26a는, 본 실시 형태에 관한 지형 데이터 생성 시스템(180)에 의해 생성되는 지형 데이터에 대해서 도시하는 도면이며, 도 26b는, 본 실시 형태의 비교예에 관한 지형 데이터 생성 시스템에 의해 생성되는 지형 데이터에 대해서 도시하는 도면이다.
- [0157] 본 실시 형태의 비교예에 관한 지형 데이터 생성 시스템은, 도 7, 도 8 및 도 26b에 도시하는 바와 같이, E-N 평면 상에서 일정 간격(di)으로 배치된 기록점에 기초하여 지형 데이터를 생성한다. 즉, 본 실시 형태의 비교예에 관한 지형 데이터 생성 시스템에서는, 법면 영역(121 내지 124)에서의 기록점의 면 밀도가 천단면 영역(125)에 비해 작다. 이 때문에, 본 실시 형태의 비교예에 관한 지형 데이터 생성 시스템에서는, 도 26b에서 이 점쇄선으로 나타난 바와 같이, 비탈머리 및 비탈끝 등의 특징적인 부분의 지형 형상(99)을 고정밀도로 재현할 수 없는 경우가 있다.
- [0158] 이에 대해, 본 실시 형태에 관한 지형 데이터 생성 시스템(180)에서는, 도 10 및 도 26a에 도시하는 바와 같이, 법면 영역(121 내지 124)에서의 기록점의 면 밀도가 천단면 영역(125)에서의 기록점의 면 밀도와 동일 정도 되도록, 법면 영역(121 내지 124)에 기록점이 설정된다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 비탈머리 및 비탈끝 등의 특징적인 부분의 지형 형상(99)을 비교예에 비해 고정밀도로 재현할 수 있다. 또한, 도 15a에 도시하는 바

와 같이, 목표 형상(120)을 구성하는 각 면 영역(A)의 외주 상에 기록점(삼각 마크 ▲)을 배치함으로써, 비탈머리 및 비탈끝 등의 특징적인 부분의 지형 형상(99)을, 보다 고정밀도로 재현할 수 있다. 또한, 도 15b에 도시하는 바와 같이, 목표 형상(120)을 구성하는 각 면 영역(A)의 외주선(Lo)의 단부점에 기록점(별 마크 ★ 참조)을 배치함으로써, 지형 형상(99)의 코너부를 고정밀도로 재현할 수 있다.

[0159] 상술한 실시 형태에 따르면, 다음의 작용 효과를 발휘한다.

[0160] (1) 시공 이력 연산 시스템(181)은, 유압 셔블(작업 기계)(100)의 자세를 검출하는 자세 검출 장치(130)의 검출 결과에 기초하여 시공 이력 데이터를 연산하는 차체 컨트롤러(컨트롤러)(110)를 구비한다. 차체 컨트롤러(110)는, 목표면 데이터를 취득하고, 취득한 목표면 데이터에 기초하여, 목표면 데이터를 구성하는 면 영역(A)에 대해 미리 정한 면 밀도(ρS)가 되도록 복수의 기록점을 설정한다. 또한, 면 영역(A)은, 1개 혹은 복수의 구성면(S)에 의해 구성된다. 예를 들어, 차체 컨트롤러(110)는, 목표면 데이터를 구성하는 복수의 구성면(대상 구성면과, 대상 구성면에 인접하는 인접 구성면을 포함하는 복수의 구성면)을 면 영역(A)으로 한다. 차체 컨트롤러(110)는, 자세 검출 장치(130)의 검출 결과에 기초하여 유압 셔블(100)의 작업 장치(100a)의 궤적을 연산한다. 차체 컨트롤러(110)는, 복수의 기록점 각각에 작업 장치(100a)의 궤적을 구성하는 작업 장치(100a)의 모니터 포인트의 위치 정보를 대응시키는 작업 장치(100a)의 궤적의 위치 정보를 시공 이력 데이터로서 연산한다. 작업 장치(100a)의 궤적의 위치 정보는, 도 20에 도시하는 바와 같이, 모니터 포인트의 궤적의 좌표 그 자체로 해도 되고, 도 22에 도시하는 바와 같이, 모니터 포인트의 궤적의 좌표를 특정하기 위한 정보, 즉 기록점의 좌표, 방향 벡터 및 목표면 거리로 해도 된다.

[0161] 이 구성에서는, 적절한 면 밀도로 면 영역(A)에 기록점을 배치할 수 있다. 본 실시 형태에서는, 예를 들어 도 10에 도시하는 바와 같이, 법면 영역(121 내지 124)에 설정되는 기록점의 면 밀도를, 천단면 영역(125)에 설정되는 기록점의 면 밀도와 동일 정도로 할 수 있다. 즉, 시공 이력 연산 시스템(181)은, 면 밀도가 적절하게 설정된 기록점에 기초해서, 시공 이력 데이터를 생성하여, 출력할 수 있다. 이 때문에, 지형 데이터 연산 시스템(182)은, 정밀도가 높은 지형 데이터를 생성할 수 있다. 즉, 본 실시 형태에 따르면, 정밀도가 높은 지형 데이터의 생성에 필요한 시공 이력 데이터를 연산하고, 연산한 시공 이력 데이터를 지형 데이터 연산 시스템(182)에 출력하는 것이 가능한 시공 이력 연산 시스템(181)을 제공할 수 있다.

[0162] (2) 지형 데이터 생성 시스템(180)은, 시공 이력 연산 시스템(181)과, 시공 이력 데이터에 포함되는 작업 장치(100a)의 궤적의 위치 정보에 기초하여, 유압 셔블(작업 기계)(100)의 작업 장치(100a)에 의한 완료 형태를 나타내는 지형 데이터를 연산하는 지형 데이터 연산 시스템(182)을 구비한다. 따라서, 본 실시 형태에 따르면, 정밀도가 높은 지형 데이터를 생성 가능한 지형 데이터 생성 시스템(180)을 제공할 수 있다.

[0163] (3) 차체 컨트롤러(110)는, 도 9 및 도 10에 도시하는 바와 같이 면 영역(A)이 설정되는 경우에는, 목표면 데이터를 구성하는 모든 구성면(천단면 영역(125), 법면 영역(121 내지 124))에 대해, 일정 면 밀도가 되도록 기록점을 설정한다. 차체 컨트롤러(110)는, 예를 들어 도 11에 도시하는 바와 같이 면 영역(A)(제1 면 영역(A1))이 설정되는 경우에는, 목표면 데이터를 구성하는 모든 면 영역(A)(A1, A2 ...)에 대해, 일정 면 밀도가 되도록 기록점을 설정한다. 마찬가지로, 차체 컨트롤러(110)는, 도 14에 도시하는 바와 같이 면 영역(A)이 설정되는 경우에는, 면 영역(A11, A12, A13, A14, A15)에 대해, 각각이 동일한 면 밀도(ρS)가 되도록, 기록점을 설정한다. 이에 의해, 시공 이력 연산 시스템(181)은, 정밀도가 균일한 지형 데이터의 생성에 필요한 시공 이력 데이터를 출력할 수 있다.

[0164] (4) 목표면 데이터는, 복수의 구성면(S)에 의해 목표 형상(120)을 정하는 데이터이다. 차체 컨트롤러(110)는, 취득한 목표면 데이터를 구성하는 복수의 구성면(S) 중, 대상 구성면과 인접 구성면의 법선거리 이루는 각(ϕ)이 미리 정해진 각도 역치($\phi 0$) 미만일 경우, 대상 구성면과 인접 구성면을 동일한 면 영역(예를 들어, 도 11에 나타내는 면 영역(A1))으로서 설정한다. 차체 컨트롤러(110)는, 취득한 목표면 데이터를 구성하는 복수의 구성면(S) 중, 대상 구성면과 인접 구성면의 법선거리 이루는 각(ϕ)이 각도 역치($\phi 0$) 이상일 경우, 대상 구성면과 인접 구성면을 다른 면 영역(예를 들어, 도 11에 나타내는 구성면(Sb)을 포함하는 면 영역(A1)과, 구성면(Sb)에 인접하는 구성면(Sz)을 포함하는 면 영역(A2))으로서 설정한다.

[0165] 이 구성에 의하면, 도 11에 도시한 바와 같이, 면적이 작은 복수의 구성면(S)에 의해, 평탄한 면, 혹은 완만하게 만곡되는 면이 구성되는 경우에, 도 12b에 도시하는 바와 같이, 평탄한 면 혹은 만곡되는 면에 대해, 적절한 면 밀도로 기록점을 설정할 수 있다.

[0166] (5) 차체 컨트롤러(110)는, 면 영역(A)의 외주 상에 기록점(도 15a의 흑색으로 칠해진 삼각 마크 ▲)을 설정한

다. 이 구성에 의하면, 법면 영역(121 내지 124)의 비탈끝 및 비탈머리의 형상을 고정밀도로 표현할 수 있다.

- [0167] (6) 차체 컨트롤러(110)는, 면 영역(A)의 외주를 구성하는 선(외주선(Lo))의 단부점에 기록점(도 15b의 흑색으로 칠해진 별 마크 ★)을 설정한다. 이 구성에 의하면, 법면 영역(121 내지 124)의 단부(즉, 목표 형상(120)의 코너부)의 형상을 고정밀도로 표현할 수 있다.
- [0168] (7) 차체 컨트롤러(110)는, 기록점을 지나서 방향 벡터의 방향으로 연장되는 직선과, 작업 장치(100a)의 궤적의 교점의 위치 정보를 시공 이력 데이터로서 연산한다. 이 구성에 의하면, 일정 범위의 기간에 있어서 일정 범위의 영역 내를 통과한 버킷(10)의 궤적 중, 기록점으로부터의 거리가 최단이 되는 위치(ENH 좌표)를 버킷(10)의 궤적 정보로서 취득하는 경우에 비하여, 차체 컨트롤러(110)의 연산 부하를 저감할 수 있다.
- [0169] (8) 차체 컨트롤러(110)는, 기록점이 속하는 면 영역(A)의 법선 벡터에 기초하여, 기록점에 대응지어진 방향 벡터를 연산한다. 이 구성에 의하면, 기준면(E-N 평면)에 대해 목표면(St)(면 영역(A))이 수직으로 설정되어 있는 경우(목표 형상(120)에 연직 벽면이 포함되는 경우), 혹은, 기준면으로부터 상방을 향함에 따라서 목표면(St)(면 영역(A))이 외측으로 돌출되도록 설정되어 있는 경우(목표 형상(120)에 오버행 형상이 포함되는 경우)에 있어서, 시공 이력 연산 시스템(181)은, 버킷(10)의 궤적의 위치 정보를 적절하게 출력할 수 있다.
- [0170] (9) 방향 벡터가, 연직 상방의 벡터일 경우, 차체 컨트롤러(110)의 연산 부하를 저감할 수 있다. 이 때문에, 목표 형상(120)에 연직 벽면 및 오버행 형상이 포함되어 있지 않은 경우에는, 방향 벡터를 일률적으로 연직 상방의 벡터에 설정함으로써, 정밀도가 높은 지형 데이터의 생성에 필요한 시공 이력 데이터의 연산 부하를 저감할 수 있다.
- [0171] (10) 차체 컨트롤러(110)는, 기록점에 대응지어져 그 기록점으로부터 작업 장치(100a)의 궤적까지의 거리(목표면 거리)(D)를 연산한다. 차체 컨트롤러(110)는, 연산한 거리(목표면 거리)(D)가 거리 역치(D0) 이상일 경우에는, 기록점에 대응지어진 작업 장치(100a)의 궤적의 위치 정보를 시공 이력 데이터로서 기록하지 않는다. 차체 컨트롤러(110)는, 연산한 거리(목표면 거리)(D)가 거리 역치(D0) 미만일 경우에는, 기록점에 대응지어진 작업 장치(100a)의 궤적의 위치 정보를 시공 이력 데이터로서 기록한다. 이 구성에 의하면, 버킷(10)의 궤적의 소정 위치에 대해서, 중복된 위치 정보가 생성되는 것을 방지할 수 있다. 즉, 시공 이력 연산 시스템(181)으로부터 지형 데이터 연산 시스템(182)에 출력되는 데이터 용량을 저감할 수 있다.
- [0172] 다음과 같은 변형예도 본 발명의 범위 내이며, 변형예에 나타내는 구성과 상술한 실시 형태에서 설명한 구성을 조합하거나, 이하의 다른 변형예에서 설명하는 구성끼리를 조합하거나 하는 것도 가능하다.
- [0173] <변형예 1>
- [0174] 상기 실시 형태에서는, 목표면 데이터를 구성하는 복수의 면 영역(A) 모두가, 동일한 면 밀도가 되도록 기록점이 설정되는 예에 대해서 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 차체 컨트롤러(110)는, 면 영역(A)마다 다른 면 밀도가 되도록 기록점을 설정해도 된다.
- [0175] 일반적으로, 완료 형태 검사 등으로 설계대로 시공이 행해졌는지를 상세하게 확인하고 싶은 부분은, 법면 영역(121 내지 124)인 경우가 많다. 이 때문에, 기록점 설정부(111)는, 천단면 영역(125)에서의 기록점의 면 밀도에 비하여, 법면 영역(121 내지 124)에서의 기록점의 면 밀도가 커지도록, 기록점을 설정해도 된다. 이 경우, 기록점 설정부(111)는, 천단면 영역(125)에서의 기록점의 간격에 비하여, 법면 영역(121 내지 124)에서의 기록점의 간격을 짧게 설정한다.
- [0176] 도 27은, 본 실시 형태의 변형예 1에 관한 차체 컨트롤러(110)에 의해 실행되는 기록점의 설정 처리의 내용에 대해서 설명한다. 도 27에 도시하는 바와 같이, 스텝 S201에서, 차체 컨트롤러(110)는, 목표면 데이터를 취득하고, 스텝 S203으로 진행한다. 스텝 S203에서, 차체 컨트롤러(110)는, 각 면 영역(A)의 기준면(E-N 평면)에 대한 경사 각도(θ)를 연산하고, 스텝 S207로 진행한다. 경사 각도(θ)는, 기준면과 평행할 때 0° 가 되고, 기준면으로부터의 기울기가 커질수록 커져, 기준 면과 직교일 때 90° 가 된다($0^\circ \leq \theta < 90^\circ$).
- [0177] 스텝 S207에서, 차체 컨트롤러(110)는, 각 면 영역(A)에 대해, 경사 각도(θ)에 따른 면 밀도를 연산하여, 면 영역(A)에 대응지어져 RAM(110c)에 기억한다. 경사 각도(θ)에 따른 면 밀도는, 예를 들어 경사 각도(θ)가 커질수록, 면 밀도가 커지는 관계를 정하는 테이블 혹은 계산식에 기초하여 연산된다. 경사 각도(θ)와 면 밀도의 관계를 정하는 테이블 혹은 계산식은, ROM(110b)에 미리 기억되어 있다.
- [0178] 각 면 영역(A)에 대한 면 밀도의 연산 처리(스텝 S207)가 완료되면, 처리가 스텝 S210으로 진행한다. 스텝 S210에서, 차체 컨트롤러(110)는, 면 영역의 면적과, 그 면 영역(A)에 대응지어져서 설정된 면 밀도에

기초하여, 기록점을 배치한다. 차체 컨트롤러(110)는, 스텝 S210에서, 모든 면 영역(A)에 대해 기록점을 다 배치하면, 도 27의 흐름도에 나타내는 처리를 종료한다.

[0179] 이와 같이, 본 변형예에 관한 차체 컨트롤러(110)는, 면 영역(A)마다, 기준면(E-N 평면)에 대한 면 영역(A)의 경사 각도(θ)에 따라서 미리 정해진 면 밀도가 되도록 기록점을 설정한다. 이 때문에, 천단면 영역(125)의 면 밀도에 비하여 법면 영역(121 내지 124)의 면 밀도가 높아진다. 그 결과, 천단면 영역(125)에 비하여 법면 영역(121 내지 124)의 형상 정밀도를 높게 할 수 있다.

[0180] 또한, 법면 영역(121 내지 124) 및 천단면 영역(125)이 각각 단일의 구성면(S)일 경우(도 9 참조), 차체 컨트롤러(110)는, 천단면 영역(대상 구성면)(125)과 천단면 영역(125)에 인접하는 법면 영역(인접 구성면)(121 내지 124)으로 이루어지는 복수의 구성면(도 9에 나타내는 예에서는 5개의 구성면)(S)을 단일의 면 영역(A)으로서 설정한다. 이 경우, 차체 컨트롤러(110)는, 면 영역(A)에 대해 미리 정한 면 밀도(ρS)가 되도록 복수의 기록점을 설정한다. 또한, 차체 컨트롤러(110)는, 구성면(S)마다, 기준면에 대한 구성면(S)의 경사 각도(θ)에 따라서 미리 정해진 면 밀도가 되도록 기록점을 설정한다.

[0181] <변형예 2>

[0182] 상기 실시 형태에서는, 인접하는 구성면(S)의 법선끼리 이루는 각(ϕ)이 각도 역치(ϕ_0) 미만일 경우에는, 인접하는 구성면(S)을 동일한 면 영역(A)으로서 설정하는 예에 대해서 설명하였다. 연속해서 다수의 구성면(S)이 동일한 면 영역(A)으로서 설정되는 경우, 인접하는 구성면(S)의 법선끼리 이루는 각(ϕ)은 작아도, 동일한 면 영역(A)의 양단부의 구성면의 법선끼리 이루는 각이 커져버리는 경우가 있다. 기록점은, 면 영역(A)을 구성하는 하나의 구성면(S)에 평행한 제1 기준축 및 제2 기준축을 따라 등간격으로 배치된다. 이 때문에, 하나의 면 영역(A)의 양단부의 구성면(S)의 법선끼리 이루는 각이 크면, 하나의 면 영역(A)을 구성하는 구성면(S)간에서 면 밀도에 변동이 생겨 버릴 우려가 있다. 그래서, 본 변형예에 관한 차체 컨트롤러(110)는, 복수의 구성면(S)으로 하나의 면 영역(A)이 구성된 경우, 하나의 면 영역(A)을 구성하는 복수의 구성면(S)의 법선 벡터(V_n)의 평균 벡터(V_a)를 연산하여, 평균 벡터(V_a)와 구성면(S)의 법선 벡터(V_n)가 이루는 각(ψ)이 각도 역치(ψ_0) 이상일 때는, 그 구성면(S)을 하나의 면 영역(A)으로부터 제외한다. 각도 역치(ψ_0)는, 미리 ROM(110b)에 기억되어 있다.

[0183] 도 13 및 도 28을 참조하여, 본 변형예에 관한 차체 컨트롤러(110)에 의해 실행되는 면 영역(A)의 설정 처리의 흐름에 대해서 설명한다. 차체 컨트롤러(110)는, 도 13에 나타내는 흐름도의 처리를 실행하여, 모든 구성면(S)에 대해 면 영역(A)의 설정이 완료되면(스텝 S45에서 "예"), 도 28에 나타내는 흐름도를 실행한다. 도 28에 도시하는 바와 같이, 스텝 S60에서, 차체 컨트롤러(110)는, 복수의 면 영역(A) 중, 복수의 구성면(S)으로 구성되는 면 영역(A)의 하나를 제외 판정의 실행 대상이 되는 면 영역(이하, 대상면 영역이라고도 기재함)으로서 결정하고, 스텝 S63으로 진행한다.

[0184] 스텝 S63에서, 차체 컨트롤러(110)는, 대상면 영역을 구성하는 복수의 구성면(S)의 법선 벡터(V_n)의 평균 벡터(V_a)를 연산하고, 스텝 S65로 진행한다. 스텝 S65에서, 차체 컨트롤러(110)는, 대상면 영역을 구성하는 복수의 구성면(S) 중, 제외 판정의 대상이 되는 구성면(이하, 판정 대상 구성면이라고도 기재함)을 결정하고, 스텝 S70으로 진행한다.

[0185] 스텝 S70에서, 차체 컨트롤러(110)는, 판정 대상 구성면의 법선 벡터(V_n)와, 스텝 S63에서 연산된 평균 벡터(V_a)가 이루는 각(ψ)을 연산하고, 스텝 S75로 진행한다.

[0186] 스텝 S75에서, 차체 컨트롤러(110)는, 스텝 S70에서 연산된 이루는 각(ψ)이 각도 역치(ψ_0) 이상인지 여부를 판정한다. 스텝 S75에서, 이루는 각(ψ)이 각도 역치(ψ_0) 이상이라고 판정되면, 처리가 스텝 S80으로 진행된다. 스텝 S75에서, 이루는 각(ψ)이 각도 역치(ψ_0) 미만이라고 판정되면, 처리가 스텝 S85로 진행된다.

[0187] 스텝 S80에서, 차체 컨트롤러(110)는, 판정 대상 구성면을 대상면 영역으로부터 제외하고, 스텝 S85로 진행한다. 스텝 S85에서, 차체 컨트롤러(110)는, 대상면 영역에서의 모든 구성면(S)에 대해 제외 판정 처리(스텝 S75)가 완료되었는지 여부를 판정한다. 스텝 S85에서, 대상면 영역에서의 모든 구성면(S)에 대해 제외 판정 처리가 완료되지 않았다고 판정되면, 스텝 S65로 진행한다. 스텝 S65에서, 차체 컨트롤러(110)는, 제외 판정의 대상이 되는 구성면(S)을 결정한다. 여기서, 차체 컨트롤러(110)는, 한번도 제외 판정의 대상이 되지 않은 구성면(S)을 판정 대상 구성면으로서 결정한다.

[0188] 스텝 S90에서, 복수의 구성면(S)으로 구성되는 모든 면 영역(A)에 대해 제외 판정이 완료되었는지 여부를 판정한다. 스텝 S90에서, 복수의 구성면(S)으로 구성되는 모든 면 영역(A)에 대해 제외 판정이 완료되지 않았다고

판정되면, 처리가 스텝 S60으로 돌아간다. 스텝 S60에서, 차체 컨트롤러(110)는, 제외 판정의 실행 대상이 되는 면 영역(A)을 설정한다. 또한, 기록점 설정부(111)는, 한번 대상면 영역으로서 결정한 면 영역(A)은, 대상면 영역으로서 결정하지 않고, 한번도 대상면 영역으로서 결정되지 않은 면 영역(A)을 대상면 영역으로서 결정한다.

[0189] 스텝 S90에서, 차체 컨트롤러(110)는, 복수의 구성면(S)으로 구성되는 모든 면 영역(A)에 대해 제외 판정이 완료되었다고 판정되면, 도 28의 흐름도에 나타내는 처리를 종료한다.

[0190] 본 변형예에 의하면, 복수의 구성면(S)이 약간의 경사를 갖고 연속해서 배치됨으로써, 긴 거리에 걸쳐서 완만하게 만족되는 목표면이 구성되는 경우에, 하나의 면 영역(A)의 양단부의 구성면(S)의 법선끼리 이루는 각에 차가 생기는 것을 억제할 수 있다. 이 때문에, 하나의 면 영역(A)을 구성하는 구성면(S)간에서의 면 밀도의 변동을 방지할 수 있다.

[0191] <변형예 3>

[0192] 상기 실시 형태에서는, 거리 역치(D0)가 일정값인 예에 대해서 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 거리 역치(D0)는, 예를 들어 기록점의 면 밀도, 혹은 인접하는 기록점간의 거리에 따라 설정해도 되고, 목표 형상(120)에 따라 설정해도 된다.

[0193] <변형예 3-1>

[0194] 본 변형예에 관한 차체 컨트롤러(110)는, 기록점마다 거리 역치(D0)를 연산한다. 거리 역치(D0)는, 기록점으로부터 그 기록점에 인접하는 기록점까지의 거리가 짧을수록, 작은 값이 된다. 인접하는 기록점끼리의 거리는, 면 밀도가 클수록 짧아진다. 이 때문에, 거리 역치(D0)는, 기록점의 면 밀도가 클수록, 작은 값이 된다. 또한, 본 변형예에서는, 상기 변형예 1과 마찬가지로, 차체 컨트롤러(110)가, 면 영역(A)마다, 기준면(E-N 평면)에 대한 면 영역(A)의 경사 각도(θ)에 따라 미리 정해진 면 밀도가 되도록 기록점을 설정한다.

[0195] 도 29a는, ROM(110b)에 기억되어 있는 거리 역치 테이블의 일례에 대해서 도시하는 도면이다. 도 29a에 나타내는 거리 역치 테이블은, 횡축이 면 밀도를 나타내고, 종축이 거리 역치(D0)를 나타내고 있다. 차체 컨트롤러(110)는, 도 29a에 나타내는 거리 역치 테이블을 참조하여, 면 영역(A)의 면 밀도에 기초하여 거리 역치(D0)를 연산한다. 이에 의해, 예를 들어 법면 영역(121 내지 124)의 면 밀도가, 천단면 영역(125)의 면 밀도에 비해 큰 경우에는, 천단면 영역(125)의 기록점에 대응지어진 거리 역치(D0)보다 법면 영역(121 내지 124)의 기록점에 대응지어진 거리 역치(D0)쪽이 작아진다.

[0196] 이와 같이 본 변형예에 관한 차체 컨트롤러(110)는, 면 밀도가 높은 면 영역(A)에 설정되는 기록점에 대응지어지는 거리 역치(D0)가, 면 밀도가 낮은 면 영역(A)에 설정되는 기록점에 대응지어지는 거리 역치(D0)에 비해 작아지도록, 기록점마다 거리 역치(D0)를 연산한다. 이에 의해, 버킷(10)의 궤적의 위치 정보의 데이터양을 저감할 수 있다.

[0197] <변형예 3-2>

[0198] 도 29b는 목표 형상(120)의 오목부(120A)와 볼록부(120B)에 대해서 도시하는 도면이다. 목표 형상(120)의 오목부(120A)의 가까이서 버킷(10)이 거의 움직이지 않고 있을 경우, 볼록부(120B)의 가까이서 버킷(10)이 거의 움직이지 않고 있을 경우에 비하여, 버킷(10)의 궤적의 위치 정보의 데이터양이 많아지기 쉽다. 이 때문에, 본 변형예에 관한 차체 컨트롤러(110)는, 목표 형상(120)의 오목부(120A)에 설정되는 기록점에 대응지어지는 거리 역치(D0)가, 목표 형상(120)의 볼록부(120B)에 설정되는 기록점에 대응지어지는 거리 역치(D0)에 비해 작아지도록, 기록점마다 거리 역치(D0)를 연산한다. 이에 의해, 버킷(10)의 궤적의 위치 정보의 데이터양을 저감할 수 있다.

[0199] <변형예 4>

[0200] 상기 실시 형태에서는, 시공 이력 생성부(113)가, 주로, 방향 벡터를 사용한 방법에 의해, 버킷(10)의 궤적 좌표를 연산하고, 기록하는 예에 대해서 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 시공 이력 생성부(113)는, 방향 벡터를 사용하지 않고, 버킷(10)의 궤적 좌표를 연산하여, 기록해도 된다. 예를 들어, 시공 이력 생성부(113)는, 일정 범위의 시간 내(예를 들어 1분 이내)에 일정 범위의 영역 내(예를 들어 기록점으로부터 반경 1m 이내)를 통과한 버킷(10)의 궤적 중, 기록점으로부터 가장 가까운 점의 좌표를 버킷(10)의 궤적의 위치 정보로서 기록해도 된다.

- [0201] 이와 같이, 본 변형예에 관한 차체 컨트롤러(110)는, 작업 장치(100a)의 궤적에서의 기록점으로부터의 거리가 최단이 되는 위치의 정보를 버킷(10)의 궤적의 위치 정보(궤적 좌표)로서 기록한다. 이 구성에 의하면, 보다 정밀도가 높은 지형 데이터의 생성에 필요한 시공 이력 데이터를 출력할 수 있다. 또한, 버킷(10)의 궤적의 위치 정보의 데이터양을 저감할 수도 있다.
- [0202] <변형예 5>
- [0203] 자세 센서로서, 각도 센서(30, 31, 32)를 사용하는 예에 대해서 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 각도 센서(30, 31, 32) 대신에, 붐 실린더(5), 암 실린더(6) 및 버킷 실린더(7)의 실린더 길이를 검출하는 스트로크 센서를 자세 센서로서 채용해도 된다. 이 경우, 자세 검출 장치(130)는, 스트로크 센서에서 검출된 실린더 길이에 기초하여, 붐각(α), 암각(β) 및 버킷각(γ)을 연산한다.
- [0204] <변형예 6>
- [0205] 상기 실시 형태에서는, 유압 서블(100)에 마련되는 차체 컨트롤러(110)가, 자세 검출 장치(130)에서 검출된 유압 서블(100)의 자세에 기초하여 시공 이력 데이터를 생성하고, 생성한 시공 이력 데이터를 유압 서블(100)의 외부 관리 센터(50)에 송신하는 일련의 처리를 실행하는 제1 처리 장치로서 기능하고, 관리 센터(50)에 마련되는 관리 컨트롤러(150)가, 차체 컨트롤러(110)로부터 수신한 시공 이력 데이터에 기초하여 지형 데이터를 생성하는 처리를 실행하는 제2 처리 장치로서 기능하는 예에 대해서 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 유압 서블(100)의 차체 컨트롤러(110)에, 제2 처리 장치로서의 기능을 갖게 해도 된다.
- [0206] <변형예 7>
- [0207] 상기 실시 형태에서는, 조작 장치(22a, 22b, 23a, 23b)가 전기식 조작 장치인 예에 대해서 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 전기식 조작 장치 대신에, 유압 파워렛식 조작 장치를 채용해도 된다.
- [0208] <변형예 8>
- [0209] 상기 실시 형태에서는, 작업 기계가 크롤러식 유압 서블일 경우를 예로 들어 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 작업 기계는, 휠식 유압 서블, 불도저, 휠 로더 등이어도 된다.
- [0210] <변형예 9>
- [0211] 상기 실시 형태에서는, 액추에이터로서, 유압 모터, 유압 실린더 등의 유압 액추에이터를 구비하는 예를 들어 설명하였지만, 액추에이터로서, 전동 모터, 전동 실린더 등의 전동 액추에이터를 구비하는 작업 기계에 본 발명을 적용해도 된다.
- [0212] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명하였지만, 상기 실시 형태는 본 발명의 적용예의 일부를 나타낸 것에 지나지 않으며, 본 발명의 기술적 범위를 상기 실시 형태의 구체적 구성에 한정하는 취지가 아니다.

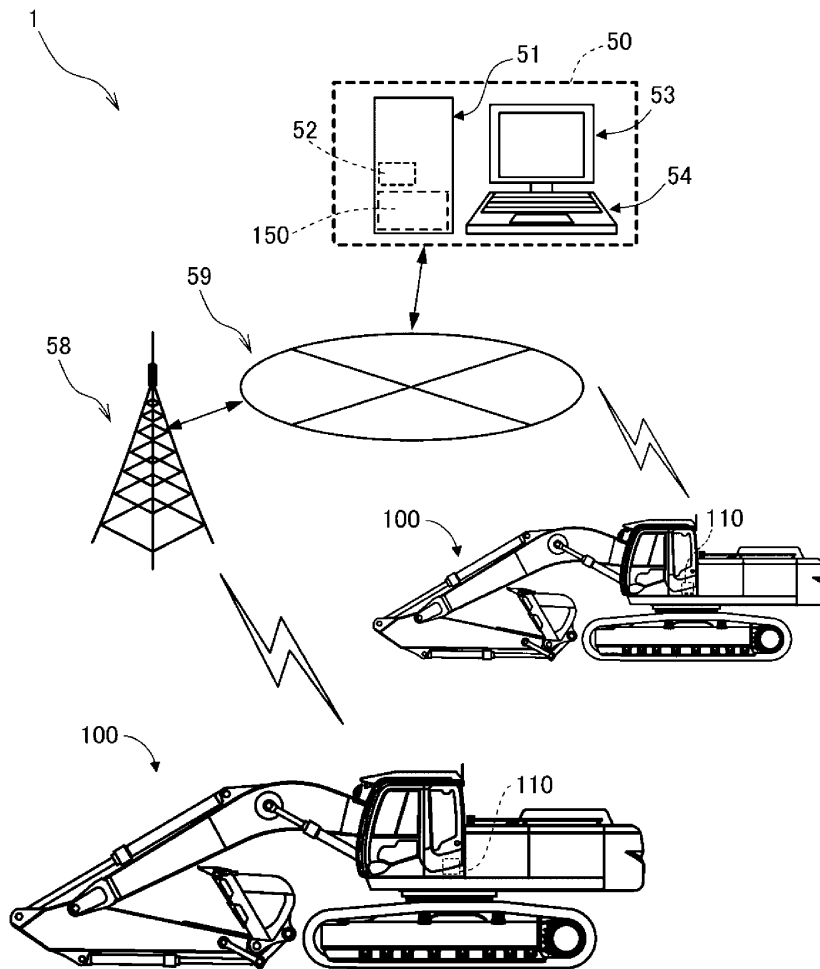
부호의 설명

- [0213] 1: 작업 기계의 관리 시스템 16: 목표면 입력 장치
- 22a, 22b: 조작 장치 50: 관리 센터
- 51: 관리 서버 52: 기억 장치
- 53: 표시 장치 54: 입력 장치
- 55: 통신 장치 100: 유압 서블(작업 기계)
- 100a: 작업 장치 100b: 차체(기체)
- 110: 차체 컨트롤러(컨트롤러) 111: 기록점 설정부
- 112: 궤적 연산부 113: 시공 이력 생성부
- 114: 송신부 120: 목표 형상
- 120A: 오목부 120B: 볼록부
- 121, 122, 123, 124: 법면 영역 125: 천단면 영역

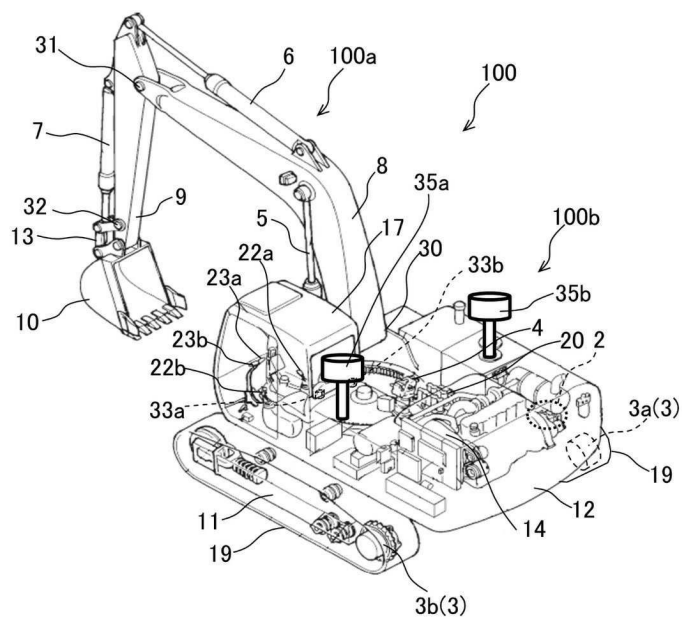
125a, 125b, 125c, 125d: 구성면 130: 자세 검출 장치
131: 작업 장치 자세 검출부 132: 차체 위치 검출부
133: 차체 각도 검출부 141: 제1 방향 벡터
142: 제2 방향 벡터 150: 관리 컨트롤러
151: 수신부 152: 추출부
154: 출력부 155: 통신 장치
158: 밸브 구동 장치 161: 목표면 입력 장치
162: 압력 검출 장치 163: 조작 검출 장치
164: 표시 장치 169: 기억 장치
180: 지형 데이터 생성 시스템 181: 시공 이력 연산 시스템
182: 지형 데이터 연산 시스템 190: 진척 관리 시스템
A: 면 영역 D: 목표면 거리
D0: 거리 역치 Dmin: 최단 거리
La: 구성선 Lo: 외주선
S: 구성면

도면

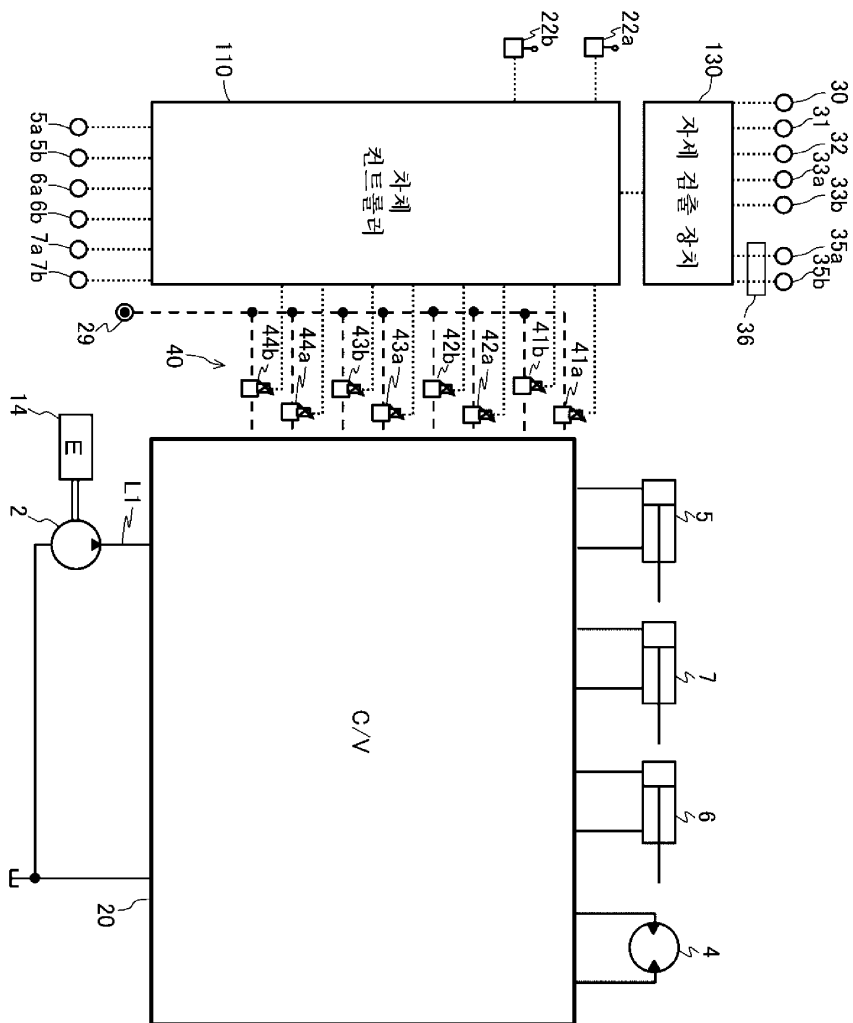
도면1



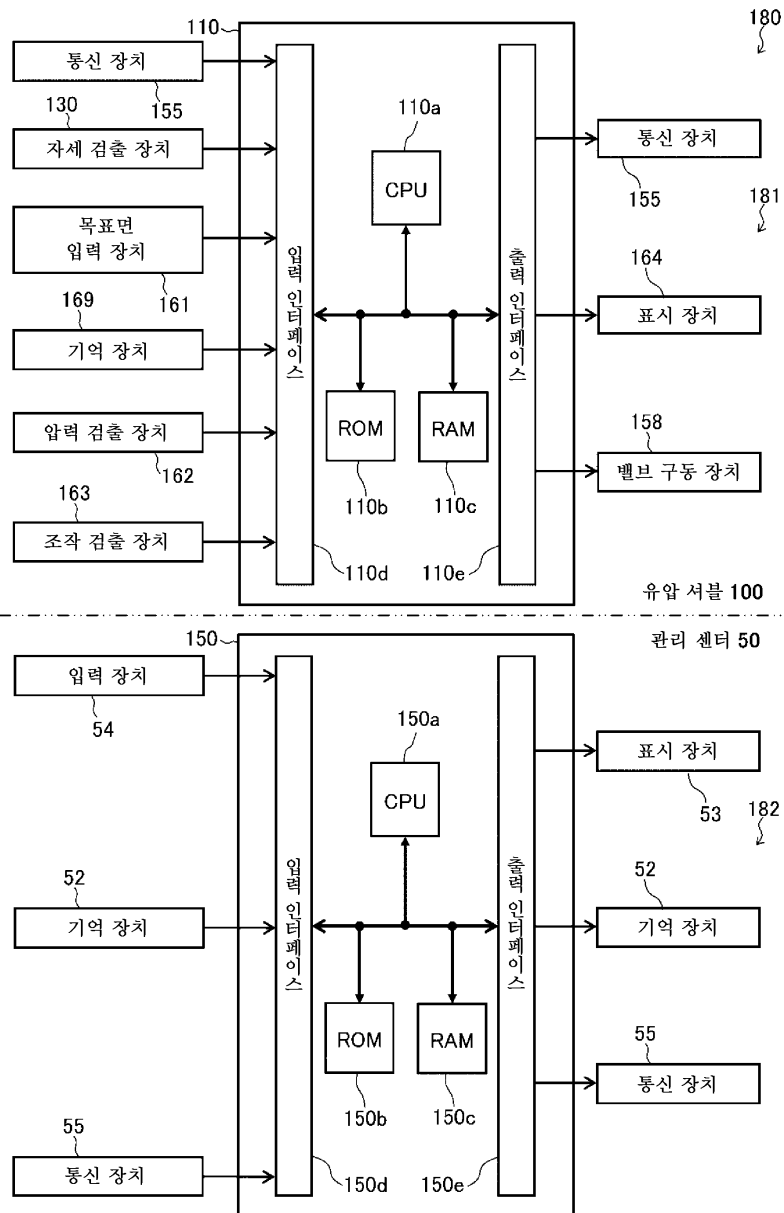
도면2



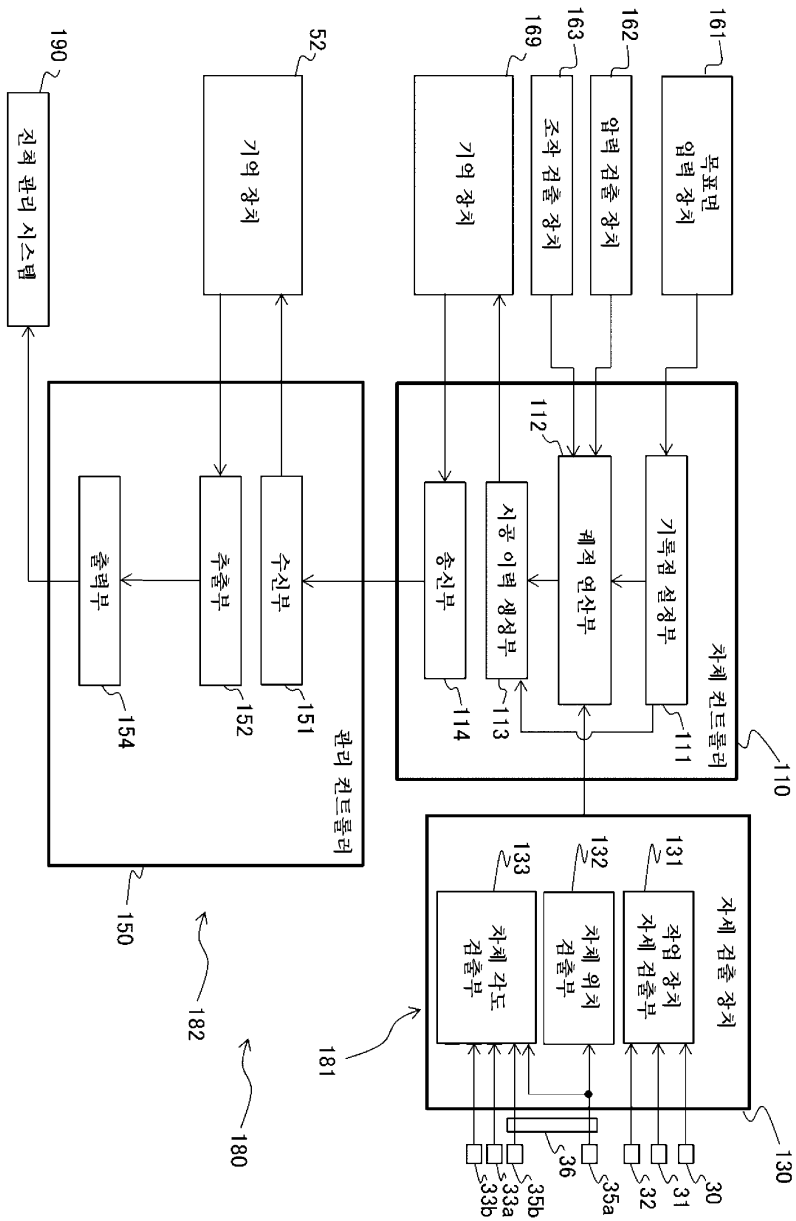
도면3



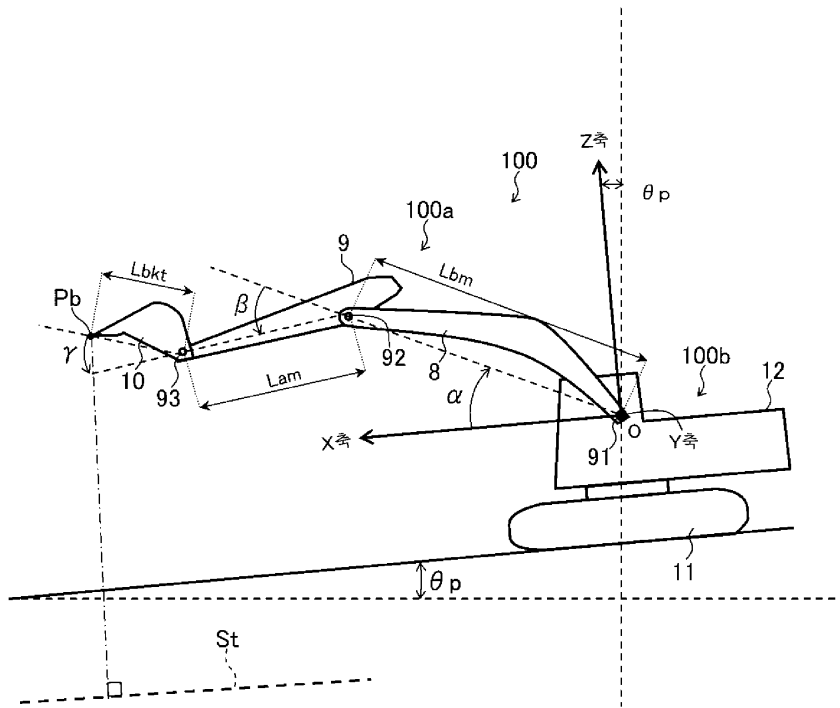
도면4



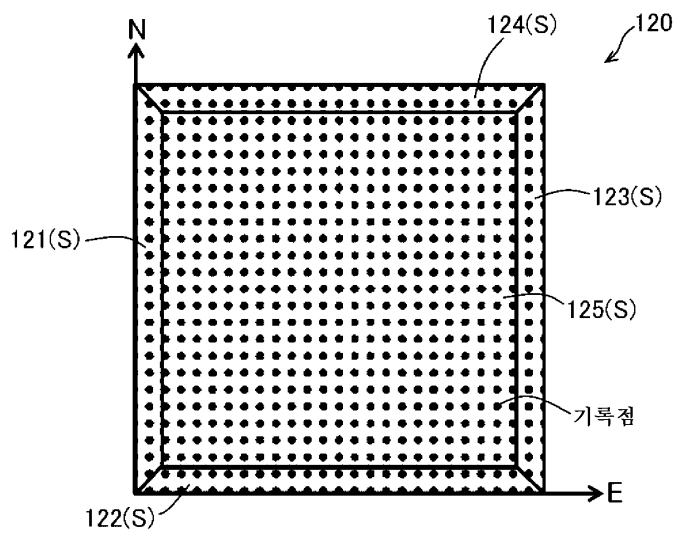
도면5



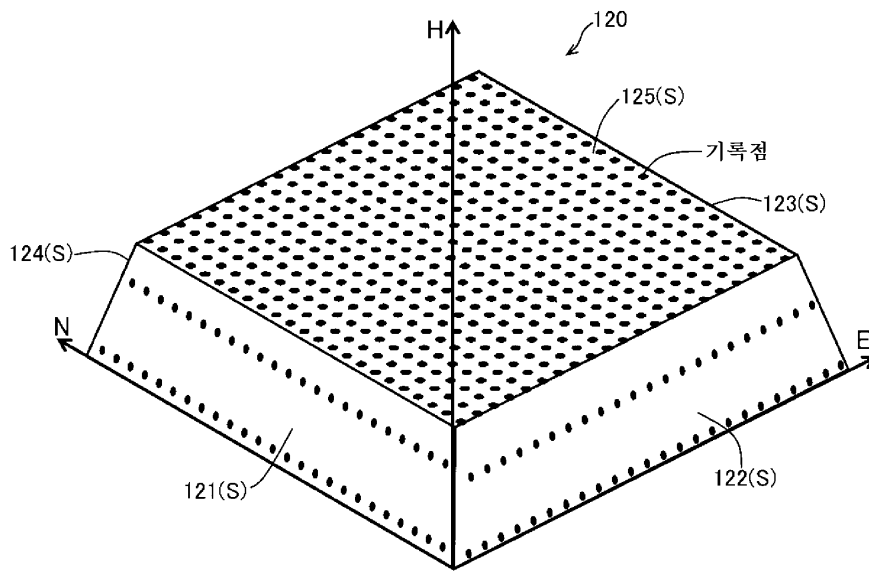
도면6



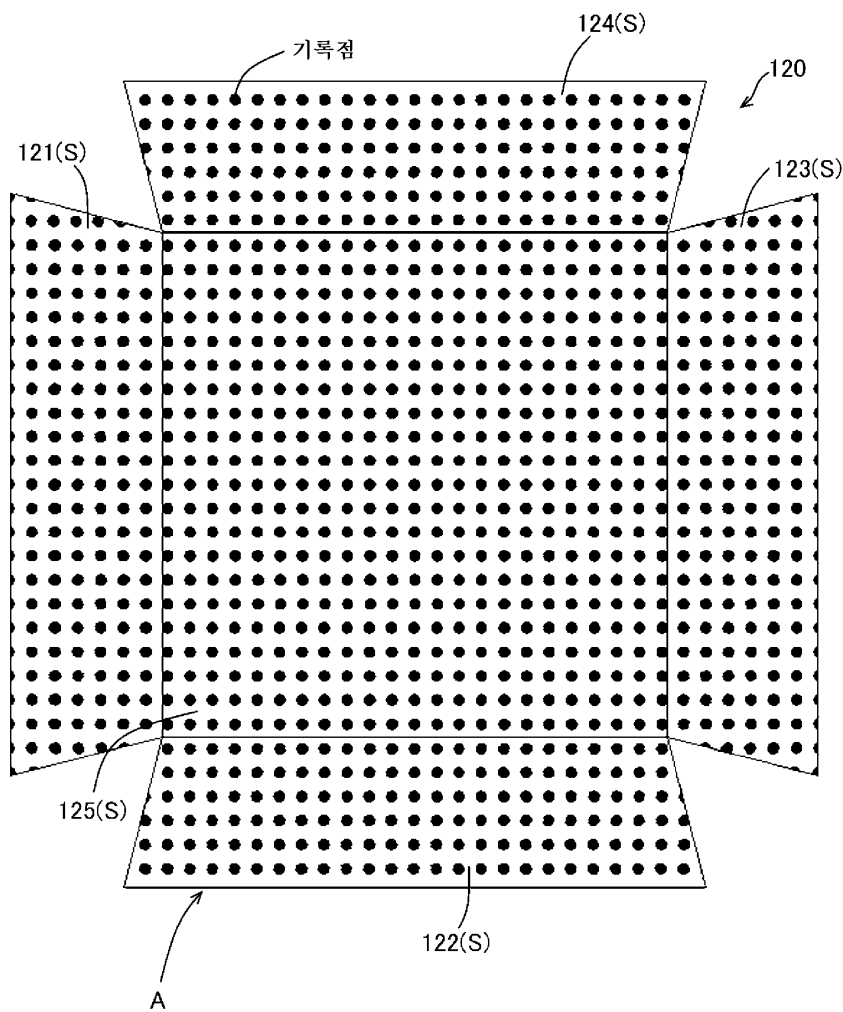
도면7



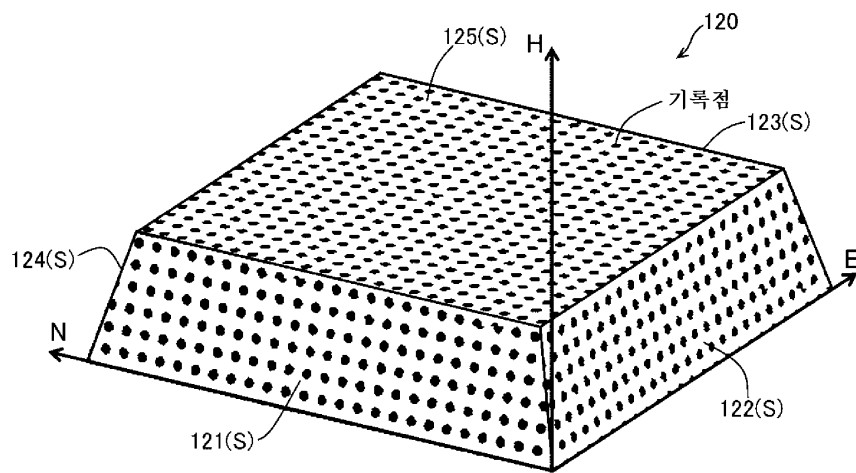
도면8



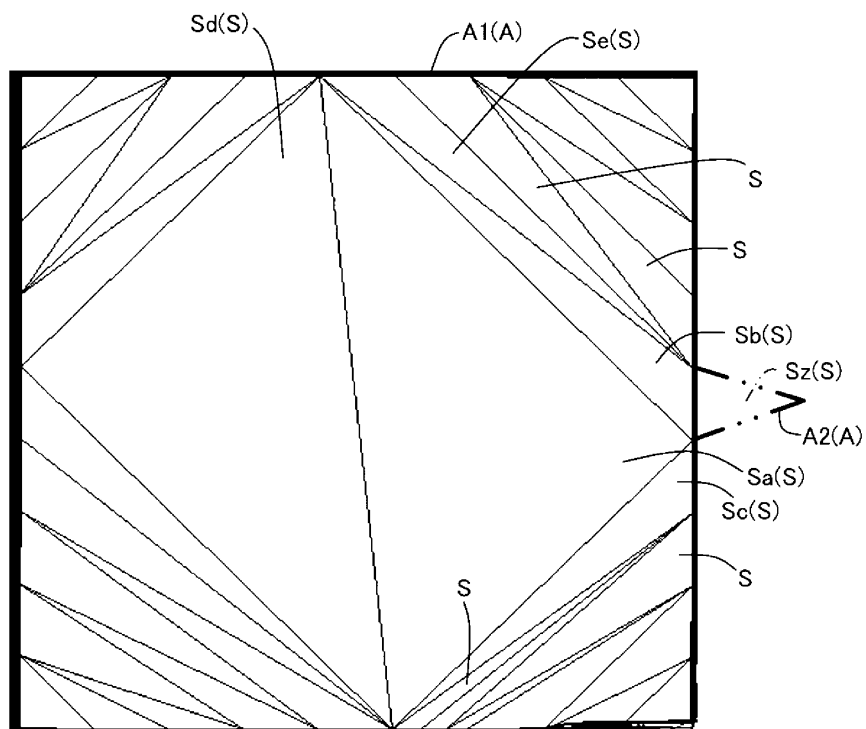
도면9



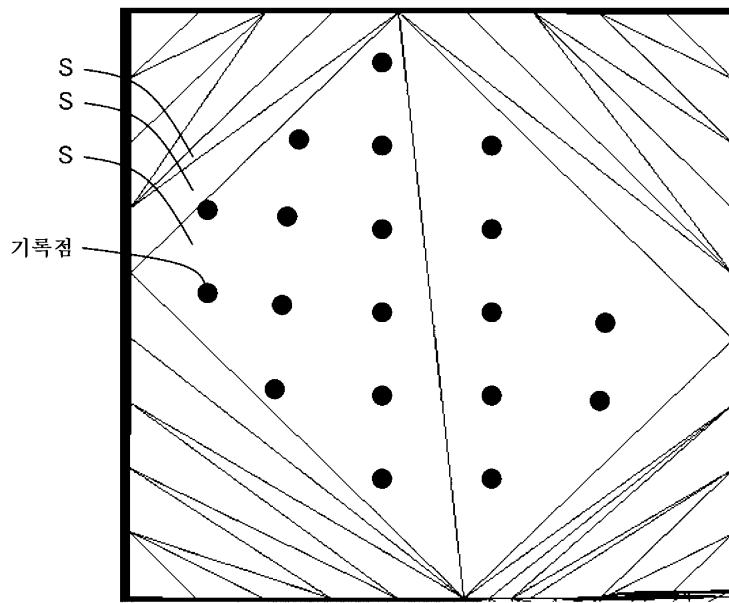
도면 10



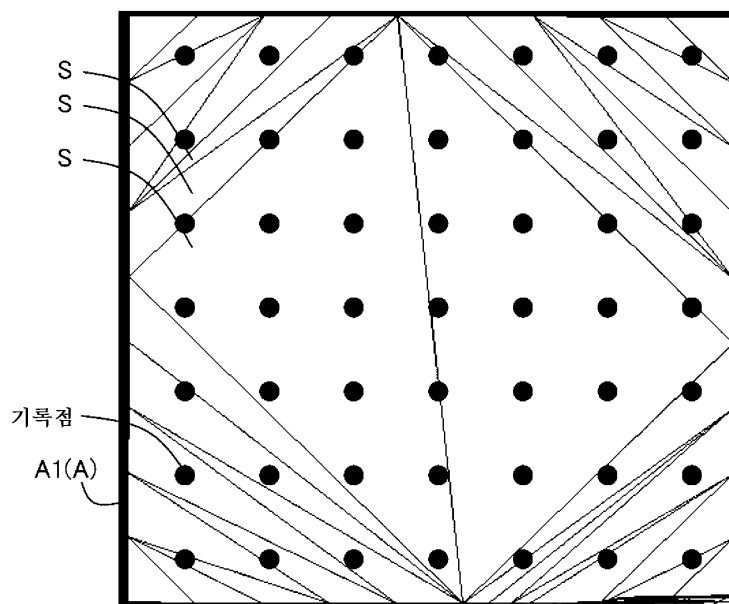
도면11



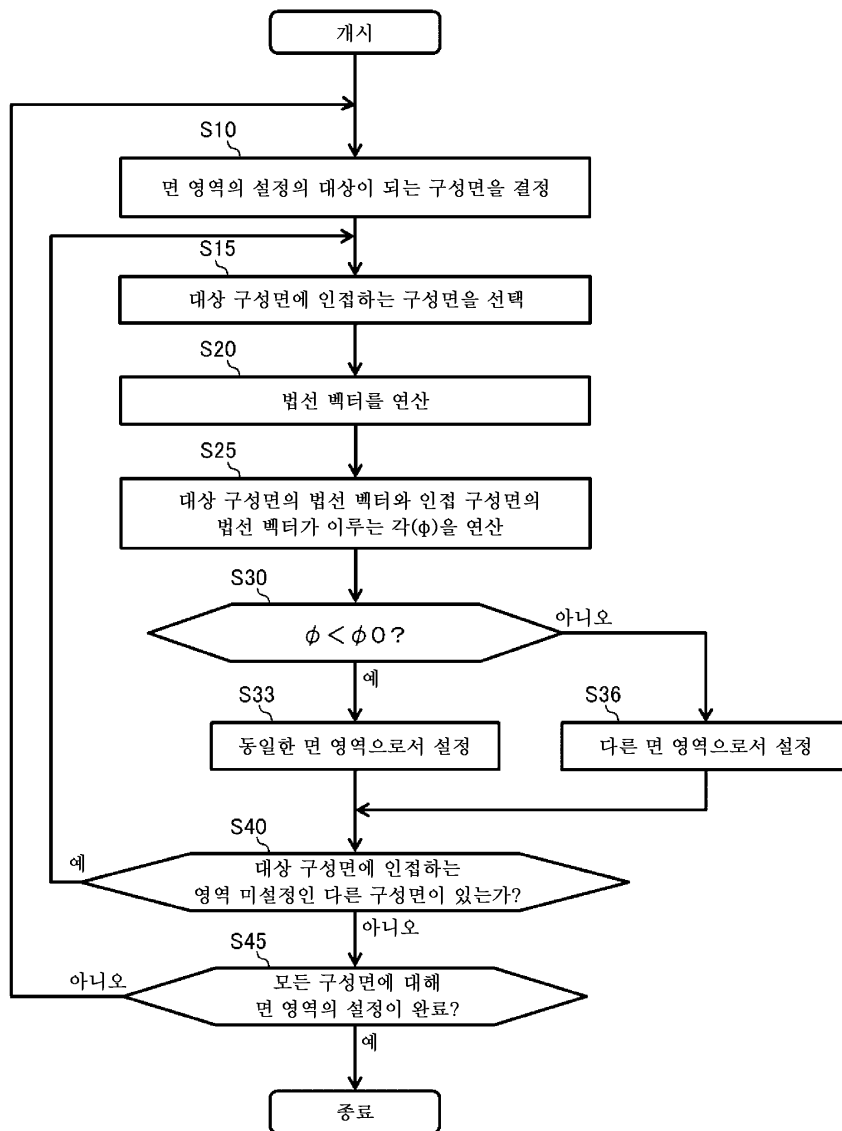
도면12a



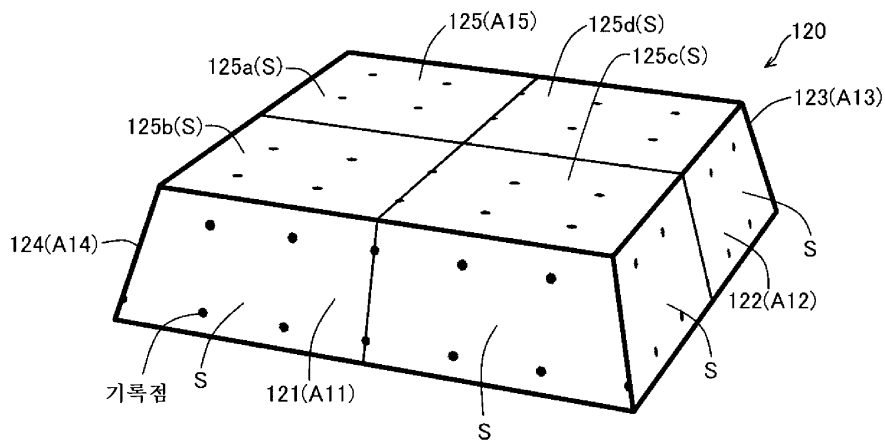
도면12b



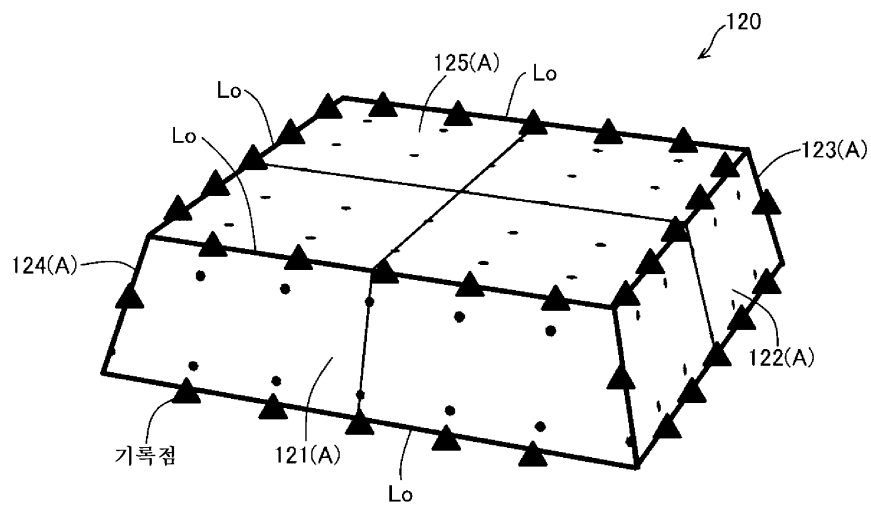
도면13



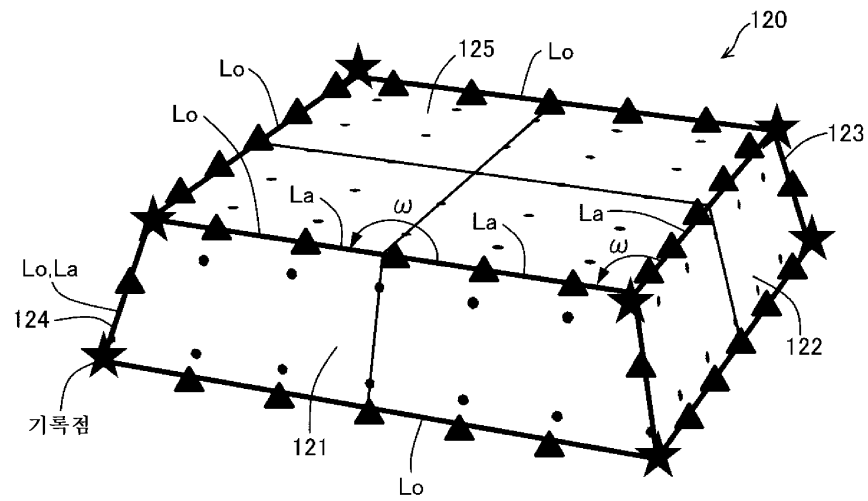
도면14



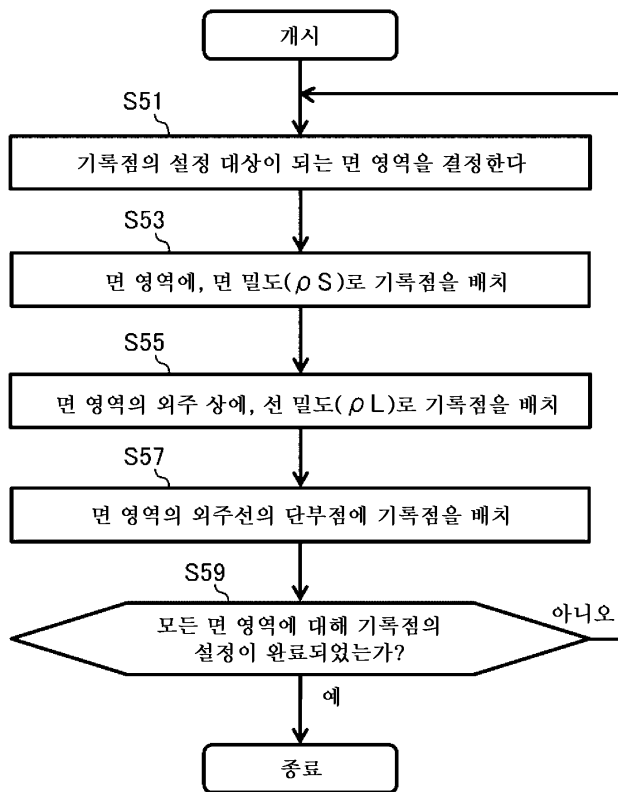
도면15a



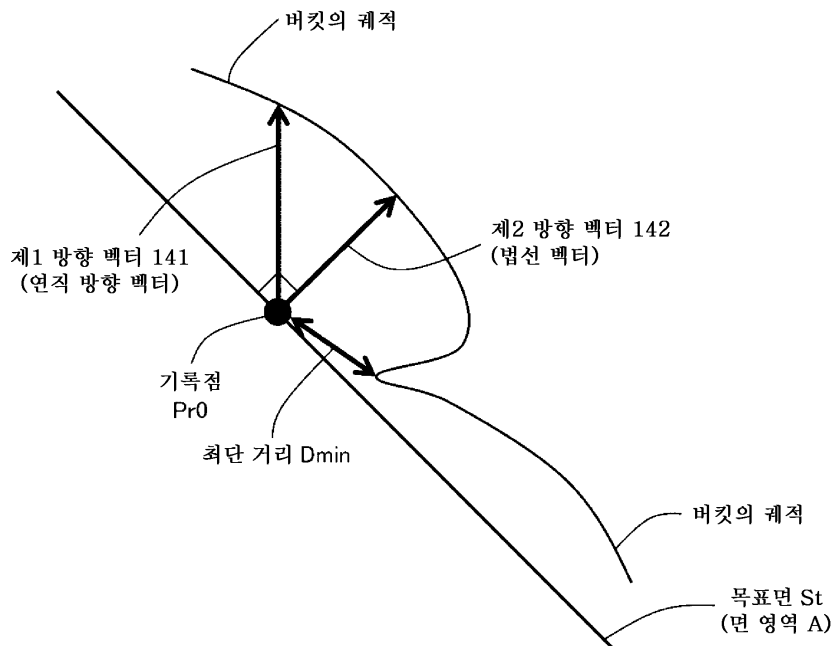
도면15b



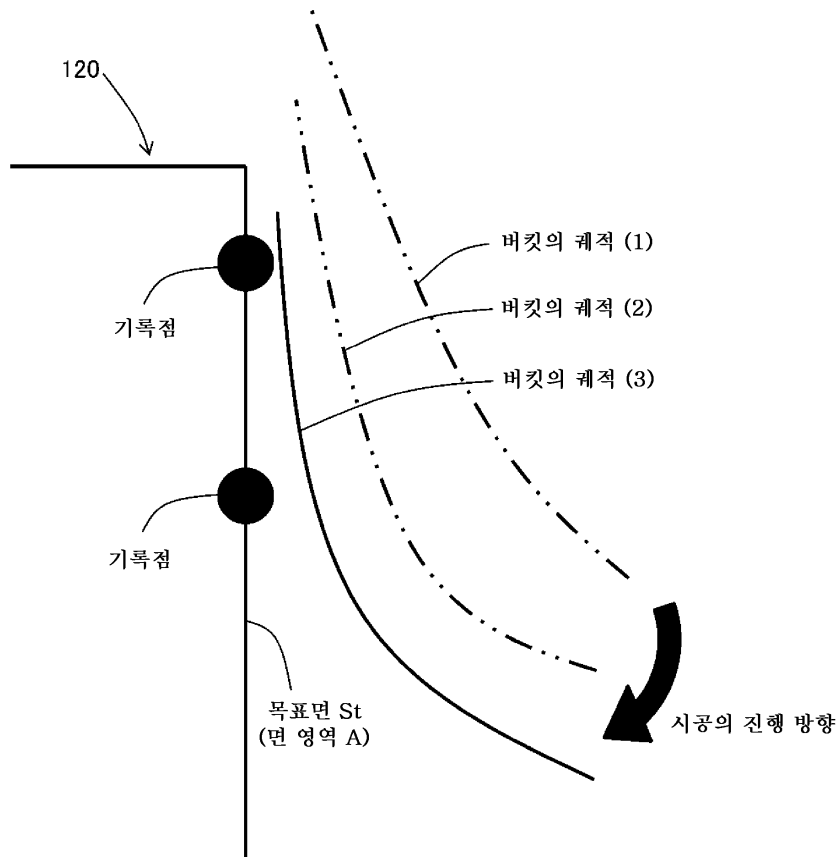
도면16



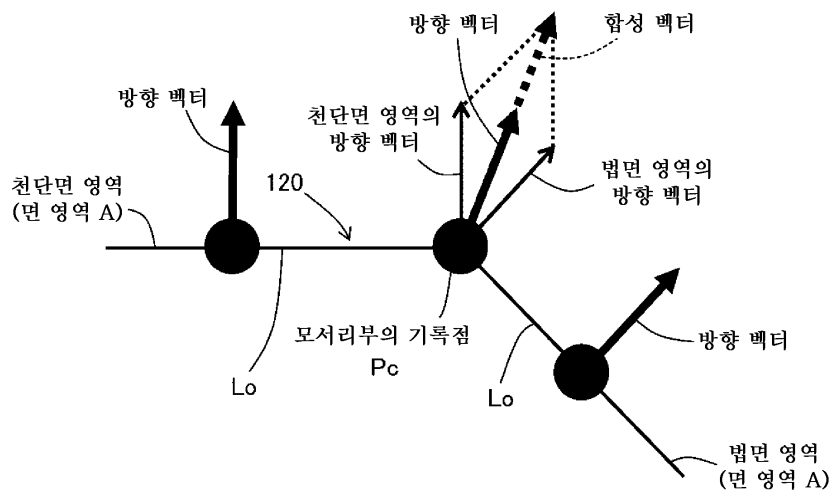
도면17



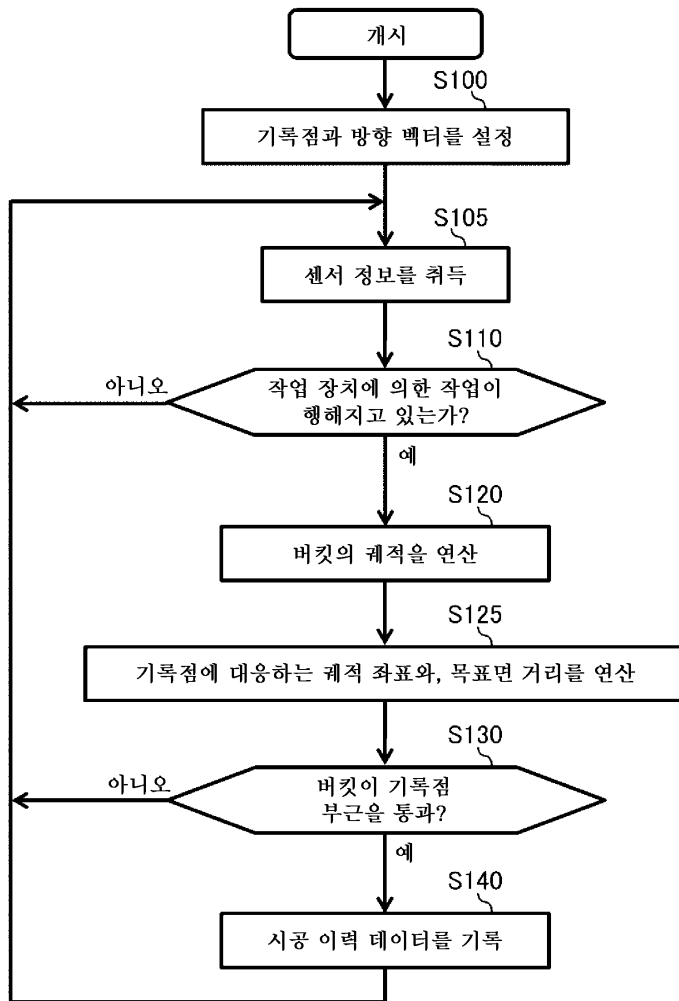
도면18



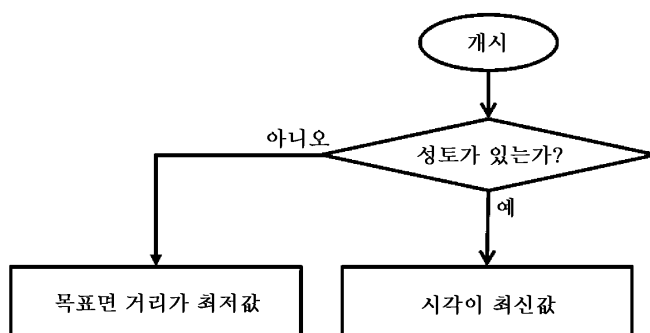
도면19



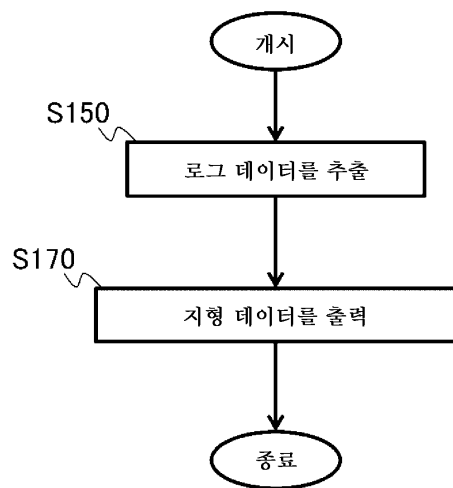
도면23



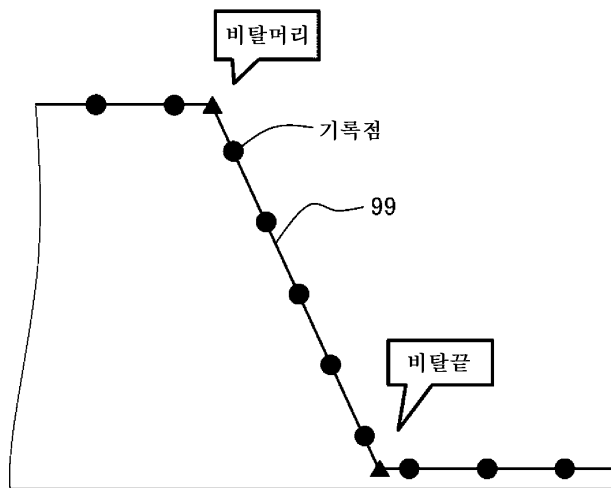
도면24



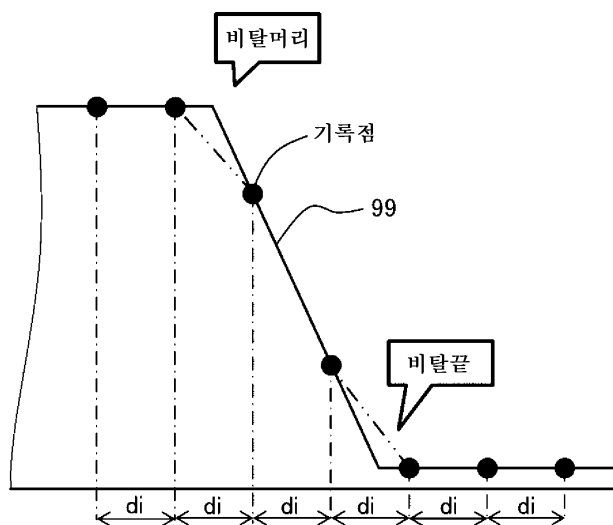
도면25



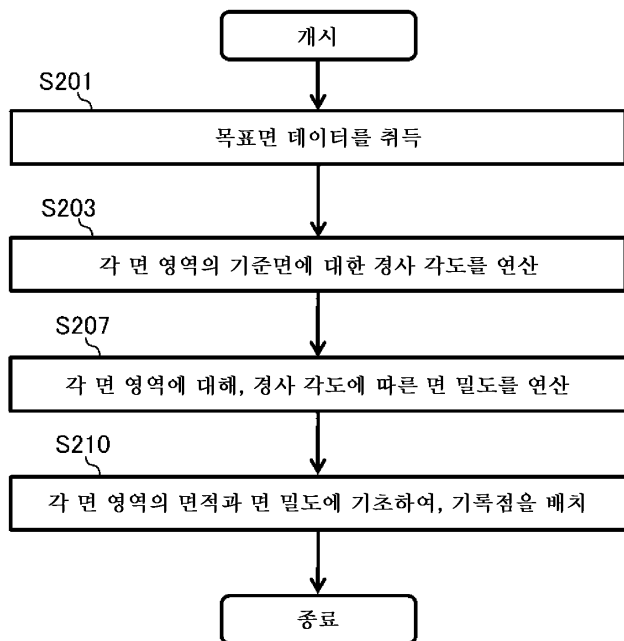
도면26a



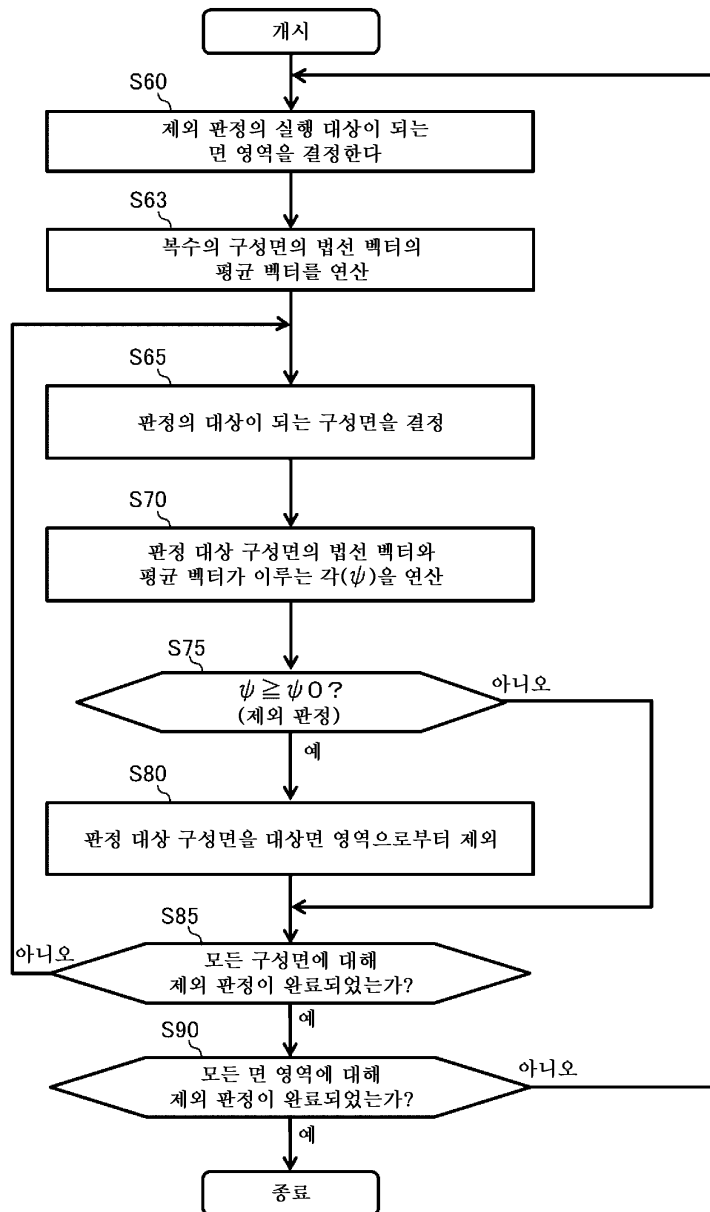
도면26b



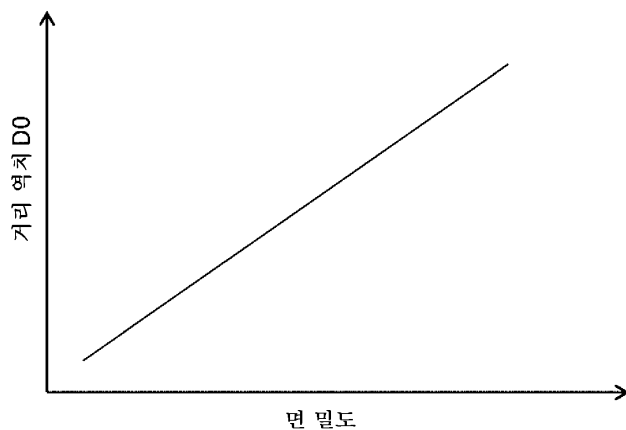
도면27



도면28



도면29a



도면 29b

