



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월25일
 (11) 등록번호 10-2025124
 (24) 등록일자 2019년09월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02F 9/26 (2006.01) *E02F 9/20* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
E02F 9/261 (2013.01)
E02F 9/2041 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7037637
- (22) 출원일자(국제) 2016년06월27일
 심사청구일자 2017년12월28일
- (85) 번역문제출일자 2017년12월28일
- (65) 공개번호 10-2018-0014767
- (43) 공개일자 2018년02월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2016/068975
- (87) 국제공개번호 WO 2017/002749
 국제공개일자 2017년01월05일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2015-129815 2015년06월29일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2000291076 A*
 KR1020130069744 A*
 US20140107895 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
히다찌 겐끼 가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 다이토쿠 히가시우에노 2초메 16반 1고
- (72) 발명자
나카무라 사토시
 일본 1008280 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 6반 6고 가부시키키가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
이시이 아키노리
 일본 3000013 이바라키켄 츠치우라시 간다츠마치 650반치 히다찌 겐끼 가부시키키가이샤 츠치우라 고 오쥬오 내
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장수길, 정석현, 성재동

전체 청구항 수 : 총 3 항

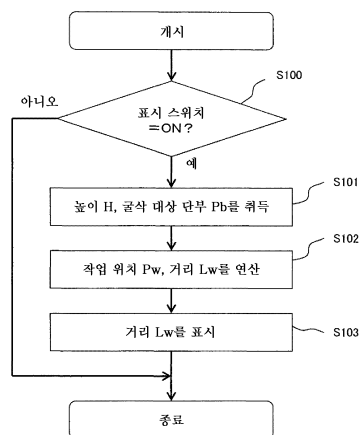
심사관 : 이강엽

(54) 발명의 명칭 **작업 기계의 작업 지원 시스템**

(57) 요약

자주 가능한 유압 서블(1)의 1회의 굴삭 동작에 의한 상정 굴삭량에 기초하여, 유압 서블(1)의 1회의 굴삭 동작에 의해 굴삭 대상으로부터 상정 굴삭량이 얻어지는 영역을 굴삭 영역(S)으로서 결정하고, 굴삭 영역(S)에 기초하여 다음 번 굴삭 동작을 행할 때의 유압 서블(1)의 작업 위치 Pw를 산출하도록 구성된 컨트롤러(18)를 구비한다. 컨트롤러(18)에 의해 유압 서블(1)로부터 작업 위치 Pw까지의 거리 Lw를 산출하고, 이것을 모니터(21)에 표시한다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

도미타 구니츠구

일본 3000013 이바라키켄 츠치우라시 간다즈마치
650반치 히다찌 겐끼 가부시끼가이샤 츠치우라 고
오쥬오 내

이나다 다카히로

일본 1008280 도쿄토 치요다쿠 마루노우치 1초메
6반 6고 가부시끼가이샤 히다찌 세이사꾸쇼 내

에가와 사쿠

일본 1008280 도쿄토 치요다쿠 마루노우치 1초메
6반 6고 가부시끼가이샤 히다찌 세이사꾸쇼 내

명세서

청구범위

청구항 1

자주 가능한 작업 기계의 작업 지원 시스템에 있어서,

상기 작업 기계의 1회의 굴삭 동작에 의한 상정 굴삭량에 기초하여, 상기 작업 기계의 1회의 굴삭 동작에 의해 계단 형상으로 형성된 벤치를 굴삭대상으로 하며, 상기 굴삭 대상으로부터 상기 상정 굴삭량이 얻어지는 영역을 굴삭 영역으로서 결정하고, 당해 굴삭 영역에 기초하여 다음 번 굴삭 동작을 행할 때의 상기 작업 기계의 작업 위치를 산출하도록 구성된 제어 장치와,

상기 작업 위치에 관한 정보를 표시하는 표시 장치를 구비하고, 유압 셔블의 하부 주행체의 최전단부로부터 작업 위치까지의 거리를 산출하여 모니터에 표시하고,

상기 굴삭 대상은, 상기 작업 기계가 굴삭 작업 시에 놓이는 상면과, 당해 상면에 접촉되는 하향 경사면인 굴삭면을 갖고,

상기 제어 장치는, 상기 상면의 기준면으로부터의 높이와 상기 상정 굴삭량에 기초하여 상기 굴삭 영역을 결정하고, 상기 상면과 상기 굴삭면의 경계부로 정의된 기준점으로부터 상기 작업 위치까지의 거리를 상기 굴삭 영역에 기초하여 산출하고, 상기 거리에 기초하여 상기 작업 위치를 산출하도록 구성되어 있고,

상기 굴삭 대상의 표면 형상을 검출하는 형상 검출 장치를 더 구비하고,

상기 제어 장치는, 상기 형상 검출 장치에 의해 검출된 상기 표면 형상에 기초하여 상기 굴삭 대상의 표면 형상 화상을 작성하도록 구성되어 있고,

상기 표시 장치는, 또한, 상기 표면 형상 화상 위에 상기 굴삭 영역을 표시하는 것을 특징으로 하는, 작업 기계의 작업 지원 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 작업 기계가 동작하였을 때, 상기 작업 기계의 조작 장치에 입력이 있었을 때, 및 상기 표면 형상이 변화되었을 때 중 적어도 하나가 확인되었을 때, 상기 작업 기계의 작업 위치를 다시 산출하도록 구성되어 있고,

상기 표시 장치는, 상기 다시 산출된 작업 위치에 관한 정보를 표시하는 것을 특징으로 하는, 작업 기계의 작업 지원 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 굴삭 대상의 안정각에 기초하여 상기 상면 위에 상기 작업 기계의 다른 작업 위치를 더 산출하고,

상기 표시 장치는, 상기 작업 위치와 상기 다른 작업 위치 중 상기 기준점으로부터의 거리가 큰 쪽에 관한 정보를 표시하는 것을 특징으로 하는, 작업 기계의 작업 지원 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 자주 가능한 작업 기계의 작업 위치 결정을 지원하는 작업 기계의 작업 지원 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유압 셔블 등의 자주 가능한 작업 기계와 굴삭 대상의 위치 관계를 제공하여, 작업 기계의 작업을 지원하는 시스템이 알려져 있다. 이러한 종류의 시스템으로서, 예를 들어 일본 특허 제5202667호(특허문헌 1)에는, 유압 셔블의 작업구가 도달 가능한 범위인 작업 가능 범위와 목표 작업면의 형상에 기초하여, 목표 작업면과 작업 가능 범위의 겹침 면적이 최대가 되는 유압 셔블의 위치를 최적 작업 위치로서 표시하는 유압 셔블의 위치 유도 시스템이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 제5202667호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그런데, 유압 셔블에 의한 굴삭 작업에는, 유압 셔블이 굴삭 대상 위에 놓이고, 굴삭 대상 상면의 단부로부터 셔블의 주행체보다 낮은 높이까지 작업 장치(작업 아암)를 신장시켜 행하는 굴삭 동작과, 굴삭 동작 후의 셔블의 후퇴 동작을 반복하는 거친 굴삭을 실시하는 경우가 있다. 이 경우에 셔블이 놓이는 굴삭 대상의 높이(벤치 높이)는 장소, 상황 및 작업의 진척 등에 따라 변화되는 경우가 있다. 굴삭 대상의 높이가 상이해도 1회의 굴삭 동작에 의한 굴삭량을 유지하여 작업 효율의 유지를 도모하려고 하면, 굴삭 대상의 높이가 낮은 경우의 쪽이 굴삭 대상 상면의 단부로부터 셔블을 더욱 이격시킨 위치에서 굴삭할 필요가 있다. 이와 같이 굴삭 대상의 높이가 낮아질수록 최적의 굴삭 위치는 굴삭 대상 상면의 단부로부터 이격되게 되지만, 셔블 위로부터 작업자가 굴삭 대상의 높이를 눈으로 보는 것이 곤란한 경우나 눈으로 볼 수 있어도 정확한 높이 파악을 할 수 없는 경우가 많아, 굴삭 대상의 높이 변화에 따라서 최적의 굴삭 위치에서 셔블을 정지시키면서 굴삭을 계속하는 것은 곤란하다.

[0005] 또한, 상기한 바와 같은 상황에서 행해지는 작업의 구체예로서는, 노천굴 광산에 있어서의 벤치 컷법(계단 채굴법)에 의한 굴삭이 해당되며, 이 경우의 굴삭 대상은, 1단 이상의 계단 형상으로 형성되고, 벤치라고 불린다.

[0006] 이 과제에 관하여, 일본 특허 제5202667호의 유압 셔블의 위치 유도 시스템은, 목표 작업면과 작업 가능 범위(작업구의 가동 범위)의 겹침 면적이 최대가 되는 유압 셔블의 위치를 최적 작업 위치로 하기 때문에, 상기한 바와 같이 벤치 컷법에 의한 굴삭이 실시되는 상황에서 각 굴삭 동작의 굴삭량을 유지하는 데 적합한 위치를 산출하는 것은 어렵다.

[0007] 본 발명은, 굴삭 대상 위에 놓여 작업을 행하는 경우에 굴삭 대상의 높이가 변화되어도, 작업량의 유지에 적합한 위치까지 작업 기계를 유도할 수 있는 작업 기계의 작업 지원 시스템의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 작업 기계의 작업 지원 시스템은, 자주 가능한 작업 기계의 작업 지원 시스템에 있어서, 상기 작업 기계의 1회의 굴삭 동작에 의한 상정 굴삭량에 기초하여, 상기 작업 기계의 1회의 굴삭 동작에 의해 굴삭 대상으로부터 상기 상정 굴삭량이 얻어지는 영역을 굴삭 영역으로서 결정하고, 당해 굴삭 영역에 기초하여 다음 번 굴삭 동작을 행할 때의 상기 작업 기계의 작업 위치를 산출하도록 구성된 제어 장치와, 상기 작업 위치의 정보에 관한 표시를 하는 표시 장치를 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따르면, 굴삭량이 유지되도록 굴삭 대상의 높이에 맞추어 정지 위치가 산출되기 때문에, 당해 정지 위치까지 작업 기계를 용이하게 유도할 수 있어, 높은 작업 효율을 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 발명을 적용한 유압 셔블의 구성예를 나타내는 외관도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 작업 지원 시스템의 시스템 구성을 나타내는 개략도이다.
- 도 3은 컨트롤러(18)의 하드웨어 구성도이다.
- 도 4는 유압 셔블의 굴삭 작업의 일례를 나타내는 부감도이며, 유압 셔블이 굴삭 대상
- 도 5는 유압 셔블의 굴삭 작업의 일례를 나타내는 부감도이며, 유압 셔블이 굴삭 종료 후에 선회하여 운반 기계의 짐받이 위로 버킷을 이동시켜, 굴삭물을 방출하고 있는 상태를 나타내는 부감도이다.
- 도 6은 굴삭 영역을 기준으로 하여 작업 위치를 설정하는 방법을 나타내는 측방 단면도이다.
- 도 7은 본 발명의 제1 실시 형태에 있어서의 작업 위치를 표시하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 8은 작업 위치를 나타내는 표시 화면 예를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 작업 지원 시스템의 시스템 구성을 나타내는 개략도이다.
- 도 10은 굴삭 대상의 안정도를 기준으로 하여 작업 위치를 설정하는 방법을 나타내는 측방 단면도이다.
- 도 11은 굴삭 대상의 형상을 취득하는 방법을 나타내는 측방 단면도이다.
- 도 12는 굴삭 대상의 형상을 취득하는 다른 방법을 나타내는 측방 단면도이다.
- 도 13은 굴삭 대상의 높이에 대한 작업 위치를 나타내는 그래프이다.
- 도 14는 본 발명의 제2 실시 형태에 있어서의 작업 위치를 표시하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 15는 본 발명의 제3 실시 형태에 있어서의 작업 위치를 표시하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 16은 본 발명의 제4 실시 형태에 있어서의 작업 위치를 표시하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 17은 작업 기계의 작업 범위를 나타내는 개략도이다.
- 도 18은 굴삭 대상 단부 기준선과 굴삭 대상 단부(Pb)의 관계를 나타내는 부감도이다.
- 도 19는 굴삭 대상 단부 기준선과 굴삭 대상 단부(Pb)의 관계를 나타내는 상면도이다.
- 도 20은 다른 굴삭 대상 단부(Pb)의 설정 방법을 나타내는 상면도이다.
- 도 21은 헤드업 디스플레이를 사용하여 작업 위치를 나타내는 경우에 조작실의 내부로부터 유압 셔블 전방을 내려다본 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 발명의 실시 형태에 대해 도면을 사용하여 설명한다.
- [0012] <제1 실시 형태>
- [0013] 도 1 및 도 2를 사용하여, 작업 기계 및 작업 기계에 구비되는 작업 지원 시스템의 구성에 대해 설명한다.
- [0014] 도 1은 자주 가능한 작업 기계의 일례인 유압 셔블(1)의 외관도이다. 유압 셔블(1)은 하부 주행체(10)와, 하부 주행체(10)에 선회 가능하게 설치된 상부 선회체(11)와, 상부 선회체(11)의 전방에 회전 가능하게 설치된 붐(13)과, 붐(13)의 선단에 회전 가능하게 설치된 아암(14)과, 아암(14)의 선단에 회전 가능하게 설치된 버킷(15)과, 붐(13), 아암(14), 버킷(15)에 의해 구성되는 다관절형 프론트 작업 장치(작업 장치)(12)와, 조작자가 올라타 셔블(1)을 조작하는 조작실(17)과, 조작실(17) 내에 설치되고 유압 셔블(1)을 조작하기 위한 조작 레버(조작 장치)(19)(도 9 참조)와, 조작 레버(19)의 출력(유압 신호 또는 전기 신호)에 기초하여 유압 셔블(1)의 동작을 제어하는 컨트롤러(18)에 의해 구성되어 있다.
- [0015] 본 실시 형태는 벤치 컷법에 의한 굴삭을 상정하고 있고, 유압 셔블(1)의 굴삭 대상은 계단 형상으로 형성된 벤

치이다. 벤치는, 유압 셔블(1)이 굴삭 작업 시에 놓이는 평면인 벤치 상면(플로어)(85)과, 벤치 상면(85)에 접속되는 하향 경사면(벤치 측면)인 굴삭면(4)을 구비하고 있다. 도 1의 벤치에서는, 벤치 상면(85)과 굴삭면(4)의 경계부에 에지(86)가 나타나 있다. 굴삭 작업 시에, 유압 셔블(1)은 에지(86)가 셔블 전방에 위치하도록 벤치의 상면(85)에 놓이고, 그 위치로부터 프론트 작업 장치(12)를 적절하게 신축시켜 굴삭면(4)을 굴삭한다.

- [0016] 조작실(17)의 전방에는, 주위 물체까지의 거리를 측정하는 거리 센서이며, 주로 굴삭 대상(벤치)의 표면 형상을 검출하기 위한 형상 검출 장치인 레이저 거리계(24)가 셔블 접지면(85)에 대해 소정의 각도(레이저 거리계 설치 각도) ad(도 11 참조)로 고정되어 있다. 조작실(17)의 내부에는, 모니터(21)와, 설정 입력 장치(20)와, 작업 위치 표시 스위치(27)(모두 후술)가 구비되어 있다. 또한, 상부 선회체(11)에는 외부의 기기나 컴퓨터와 통신을 행하기 위한 통신 장치인 무선 장치(26)와, 유압 셔블(1)에 관한 각종 정보 처리를 실행하도록 구성된 컴퓨터(예를 들어, 마이크로컴퓨터)인 컨트롤러(제어 장치)(18)가 구비되어 있다.
- [0017] 도 2는 유압 셔블(1)에 탑재되고, 작업 위치를 표시하는 작업 기계의 작업 지원 시스템의 시스템 구성을 나타내는 개관도이다. 앞의 도면과 동일한 부분에는 동일한 부호를 붙이고 설명을 생략하는 경우가 있다(이후의 도면도 마찬가지로 함).
- [0018] 작업 지원 시스템은, 작업 지원 시스템의 각종 설정을 변경하기 위한 입력 장치(키보드, 마우스, 복수의 버튼, 터치 패널 등)인 설정 입력 장치(20)와, 컨트롤러(18) 내에서 프로그램으로서 구성되고, 다음 번 굴삭 동작을 행할 때의 유압 셔블(1)의 정지 위치(「작업 위치」라고 칭하는 경우가 있음)를 산출하는 작업 위치 산출부(30)와, 작업 위치 Pw(후술하는 도 6 참조), 또는 작업 위치 Pw에 관한 정보(예를 들어, 하부 주행체(10)의 선단(Cf)(도 6 참조)으로부터 작업 위치 Pw까지의 수평 거리 Lw(도 6 참조) 등)를 표시하는 모니터(표시 장치)(21)와, 모니터(21)에의 작업 위치의 표시의 ON/OFF(작업 위치 산출부(30)에 의한 작업 위치 산출의 ON/OFF여도 됨)를 택일적으로 전환 지시하는 작업 위치 표시 스위치(27)를 구비하고 있다.
- [0019] 도 3에 컨트롤러(18)의 하드웨어 구성을 나타낸다. 컨트롤러(18)는, 입력부(91)와, 프로세서인 중앙 처리 장치(CPU)(92)와, 기억 장치인 리드 온리 메모리(ROM)(93) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM)(94)와, 출력부(95)를 갖고 있다. 입력부(91)는, 외부 장치(예를 들어, 설정 입력 장치(20), 레이저 거리계(24) 및 작업 위치 표시 스위치(27))로부터의 정보나 신호를 입력하고, 필요에 따라서 A/D 변환을 행한다. ROM(93)은, 프로그램 등이 기억된 기록 매체이고, CPU(92)는, ROM(93)에 기억된 프로그램에 따라서 입력부(91) 및 메모리(93, 94)로부터 도입한 신호에 대해 소정의 연산 처리를 행한다. 출력부(95)는, CPU(92)에서의 연산 결과에 따른 출력용 신호를 작성하고, 그 신호를 외부 장치(예를 들어, 모니터(21))에 출력한다. 또한, 도 3의 컨트롤러(18)는, 기억 장치로서 ROM(93) 및 RAM(94)이라고 하는 반도체 메모리를 구비하고 있지만, 하드디스크 드라이브 등의 자기 기억 장치를 구비하고, 이것에 프로그램을 기억시켜도 된다.
- [0020] 도 2로 되돌아가, 작업 위치 산출부(30)는, 지형 데이터 취득부(31)와, 굴삭 영역 결정부(32)와, 작업 위치 연산부(34)를 구비하고 있다.
- [0021] 지형 데이터 취득부(31)는, 레이저 거리계(24)로부터 출력되는 거리 정보에 기초하여, 벤치 상면(85)의 에지(86) 위의 점인 굴삭 대상 단부(Pb)(도 6 참조)의 위치와, 굴삭 기준면(82)으로부터의 벤치 상면(85)의 높이 H(도 6 참조)를 취득하는 부분이다. 굴삭 대상 단부(Pb)는, 작업 위치 Pw를 산출할 때의 기준점이며, 벤치 상면(85)과 굴삭면(4)의 경계부로 정의하면 되고, 도 6 등과 같이 반드시 에지(86) 위로 정의할 필요는 없다(상세는 후술하는 도 19, 도 20 참조).
- [0022] 본 실시 형태에서는, 「굴삭 대상 단부(Pb)」를, 셔블(1)의 선회 중심과 작업 장치(12)의 중심을 통과하는 면이 벤치 상면(85)의 에지(86)와 교차하는 점으로 하고, 「기준면(82)」을, 셔블(1)이 놓여 있는 벤치 상면(85)보다 1단 아래의 벤치 상면 또는 최하단의 벤치 저면으로 하였다.
- [0023] 굴삭 영역 결정부(32)는, 지형 데이터 취득부(31)의 취득 결과에 기초하여, 셔블(1)의 1회의 굴삭 동작(후술)에 의해 굴삭 대상으로부터 상정 굴삭량(후술)이 얻어지는 굴삭 대상에 있어서의 영역(「굴삭 영역(S)」이라고 칭하는 경우가 있음)을 결정하는 부분이다. 상세는 후술하지만, 본 실시 형태에서는, 벤치 상면(85)의 높이 H와, 상정 굴삭량으로부터 도출할 수 있는 면적 sb(후술)에 기초하여 굴삭 영역(S)을 결정하고 있다.
- [0024] 본 명세서에 있어서의 「1회의 굴삭 동작」이라 함은, 벤치의 굴삭 시에, 버킷(15)의 발톱 끝이 굴삭면(4)에 접촉한 상태에서부터 버킷(15)의 발톱 끝의 높이가 벤치 상면(85)에 도달한 상태까지의 동안에 행해지는 일련의 동작을 말한다.
- [0025] 또한, 「상정 굴삭량」은, 버킷(15)의 용량(버킷 용량)을 기준으로 설정되어 있다. 버킷 용량은 유압 셔블(1)

의 기중에 따라 상이하다. 구체적인 상정 굴삭량으로서는, 예를 들어 버킷의 상부 에지에서 문질러 끊어 굴삭물을 넣었을 때의 용량(평적 용량)이나, 굴삭물을 평적으로 한 상태의 버킷에 대해 굴삭물을 더욱 산 형상으로 쌓았을 때의 용량(산적 용량)을 이용할 수 있다. 작업 효율을 최대화하는 관점에서는 산적 용량을 상정 굴삭량으로 하여 채용하는 것이 바람직하지만, 상정 굴삭량에 특별히 한정은 없고 최대 용량 이하의 임의의 값을 채용할 수 있다. 본 실시 형태에서는 산적 용량을 상정 굴삭량으로 한다.

[0026] 작업 위치 연산부(34)는, 굴삭 영역 결정부(32)가 결정한 굴삭 영역(S)에 기초하여 다음 번 굴삭 동작을 행할 때의 유압 셔블(1)의 작업 위치(정지 위치)를 산출하는 부분이다. 상세는 후술하지만, 본 실시 형태에서는, 벤치 상면(85)과 굴삭면(4)의 경계부로 정의된 기준점(굴삭 대상 단부(Pb))으로부터 작업 위치 Pw까지의 거리 Lw를 굴삭 영역(S)에 기초하여 산출하고, 거리 Lw에 기초하여 작업 위치 Pw를 산출하고 있다.

[0027] 다음으로 본 발명의 실시 형태의 일례인 작업 기계의 작업 지원 시스템이 작업 위치를 설정하는 순서와 작업 위치의 표시 예를 도 4 내지 도 8을 사용하여 설명한다.

[0028] 도 4는 유압 셔블(1)의 작업의 일례를 나타내는 개관도이며, 유압 셔블(1)이 1회의 굴삭 동작에 의해 굴삭면(4)의 굴삭을 종료하고 버킷(15) 내부에 굴삭물(5)을 적재하고 있는 상태를 나타내는 개관도이다. 도 5는 유압 셔블(1)이 1회의 굴삭 동작 종료 후에 선회하여 운반 기계(덤프 트럭)(2)의 짐받이 위로 버킷(15)을 이동시켜, 굴삭물(5)을 방출하고 있는 상태를 나타내는 개관도이다. 통상, 유압 셔블(1)은 운반 기계(2)의 짐받이가 가득 찰 때까지 도 4, 도 5에 나타내는 굴삭 작업과 적입 작업을 교대로 반복한다. 또한, 유압 셔블(1)의 전방에서 에지(86)의 방향에 걸쳐 존재하는 전후 방향 굴삭 폭 Wd의 영역의 굴삭 작업이 완료되면, 유압 셔블(1)은 후퇴하여, 다시 굴삭 작업과 적입 작업을 반복한다. 이때, 각 굴삭 동작에서 소정의 굴삭량을 유지하고자 하는 경우, 유압 셔블(1)과 굴삭 대상 단부(7)의 위치가 가까우면, 1회의 굴삭 동작 종료 시의 버킷(15)의 위치가 유압 셔블(1)의 발판에 도달하는 것을 방지하기 위해, 당해 소정의 굴삭량을 확보하지 못하는 경우가 있다.

[0029] 도 6은 유압 셔블(1)과 굴삭면(4)의 위치 관계를 나타내는 측방 단면도(유압 셔블(1)의 선회 중심과 작업 장치(12)의 중심을 통과하는 면에 의한 벤치 단면도)이다. 도 7은 작업 위치 산출부(30)의 처리를 나타내는 흐름도이다. 다음으로, 도 6을 참조하면서 도 7을 사용하여 작업 위치 Pw까지의 거리 Lw를 모니터(21)에 표시하는 순서에 대해 설명한다.

[0030] 도 7의 처리가 개시되면, 작업 위치 산출부(30)는, 먼저 스텝 S100에서 작업 위치 표시 스위치(27)가 ON으로 되어 있는지 판정한다. 작업 위치 표시 스위치(27)가 ON이 아닌 경우, 모니터(21)에 아무것도 표시하지 않고 처리를 종료한다.

[0031] 한편, 작업 위치 표시 스위치(27)가 ON인 경우, 스텝 101에서 굴삭 영역 결정부(32)는 지형 데이터 취득부(31)로부터 높이 H 및 굴삭 대상 단부(Pb)의 위치를 취득하고, 스텝 102로 진행한다.

[0032] 스텝 102에서는, 먼저, 굴삭 영역 결정부(32)가, 도 6의 측방 단면도에 있어서의 굴삭 영역(S)의 면적 sb와, 지형 데이터 취득부(31)에 의해 취득되는 높이 H에 기초하여 굴삭 영역(S)을 결정하여, 이에 의해 굴삭량 설정 거리 Ls가 산출된다. 본 실시 형태에서는, 굴삭 영역(S)을, 도 6에 나타낸 바와 같이, 굴삭면(4)에 관련되는 2점(Pb, Pu)을 통과하고, 면적 sb가 일정한 평행 사변형으로서 단순화하고 있다. 굴삭 영역(S)의 면적(sb)은 상정 굴삭량으로부터 결정되고, 높이 H의 값에 따라서 평행 사변형의 좌측 상단의 정점(Pa)의 위치(바꾸어 말하면 평행 사변형의 상변 및 저변의 길이)가 변화된다. 그 때문에, 평행 사변형의 굴삭 영역(S)의 상변 및 저변의 길이인 굴삭량 설정 거리 Ls는, 하기 식 (1)에 의해 sb와 H로부터 산출할 수 있다.

[0033]
$$L s = s b / H \cdots \text{식 (1)}$$

[0034] 다음으로, 작업 위치 연산부(34)는 하기 식(2)에 의해 굴삭 대상 단부(Pb)로부터 작업 위치 Pw까지의 거리 Wd(「전후 방향 굴삭 폭」이라고 칭하는 경우가 있음)를 산출한다. 또한 작업 위치 연산부(34)는, 거리 Wd와 굴삭 대상 단부(Pb)의 위치로부터 작업 위치 Pw를 산출한다. 식(2)에 있어서의 Lm은 마진 거리이다. 본 실시 형태의 작업 위치 연산부(34)에서는, 작업 위치 Pw를 점 Pa가 아닌, 설정 입력 장치(20)에 의해 설정된 마진 거리 Lm을 점 Pa로부터 유압 셔블(1)측으로 이동시킨 위치로 하여 연산하고 있다.

[0035]
$$W d = L s + L m \cdots \text{식 (2)}$$

[0036] 또한, 작업 위치 연산부(34)는, 유압 셔블(1)의 하부 주행체(10)의 선단(Cf)으로부터 작업 위치 Pw까지의 수평 거리인 작업 위치 거리 Lw를 연산한다. 작업 위치 거리 Lw는, 유압 셔블(1)의 하부 주행체(10)의 선단(Cf)으로

부터 굴삭 대상 단부(Pb)까지의 거리 Lb(「굴삭 대상 단부 거리」라고 칭하는 경우가 있음)를 사용하여 하기 식(3)에 의해 나타내어진다. 거리 Lb는, 레이저 거리계(24) 또는 무선 장치(26)를 통해 지형 데이터 취득부(31)에 의해 취득한다.

$$L_w = L_b - W_d \dots \text{식 (3)}$$

- [0037]
- [0038] 상기한 바와 같이 굴삭 영역(S)을 평행 사변형으로 설정하면, 굴삭 대상 단부(Pb)의 위치와 높이 H의 값을 취득할 수 있으면, 작업 위치 Pw의 특징과 작업 위치 거리 Lw의 산출이 가능하다고 하는 장점이 있다.
- [0039] 또한, 전후 방향 굴삭 폭 Wd는 상술한 산출 방법에 한정되는 것은 아니며, 설정 입력 장치(20)에 따라 상이한 계산식에 기초하여 설정되도록 구성해도 된다.
- [0040] 작업 위치 산출부(30)는, 마지막으로 스텝 103에서 거리 Lw를 모니터(21)에 출력하여 처리를 종료한다.
- [0041] 도 8은 조작실(17)의 내부에 구비된 모니터(21)에 있어서의 작업 위치 Pw까지의 거리 Lw의 표시 예 중 하나를 나타낸 도면이다. 도 8을 사용하여, 작업 위치 Pw의 표시 방법에 대해 설명한다.
- [0042] 도 8에 나타난 모니터(21)의 화면에는 표시 영역으로서 모니터 상부(22)와 모니터 하부(23)가 설치되어 있다.
- [0043] 모니터 상부(22)에는, 도 7에서 설명한 작업 위치 산출부(30)의 출력에 기초하여, 하부 주행체(10)의 선단으로부터 작업 위치까지의 작업 위치 거리 Lw가 수치로서 표시된다. 도 8의 예에 있어서의 「전단부까지」라고 하는 문자열의 우측에 표시된 수치(-0.5m)가 작업 위치 Pw까지의 거리 Lw를 나타내고 있다.
- [0044] 도 8의 예에서는, 거리 Lw는 음의 값으로 되어 있다. 도 8의 예와 같이 거리 Lw가 마이너스라고 하는 것은, 하부 주행체(10)의 선단(Cf)이 작업 위치 Pw를 넘고 있어, 유압 셔블(1)을 후퇴시켜야 하는 것을 나타낸다. 반대로 거리 Lw가 플러스인 경우에는, 하부 주행체(10)의 선단(Cf)이 작업 위치 Pw까지 도달해 있지 않아, 유압 셔블(1)을 전진시켜야 하는 것을 나타낸다. 거리 Lw가 마이너스인 경우에는, 도 8에 나타난 바와 같이 경고 화상(42)을 화면 상에 표시하여 작업자의 주의를 환기시키는 것이 바람직하다. 경고 화상(42) 대신에 경고 메시지를 표시해도 된다. 또한, 마찬가지로의 경우에 경고 화상(42) 대신에 경고음 또는 경고 음성을 출력하는 음성 출력 장치를 추가 설치해도 된다.
- [0045] 모니터 하부(23)에는, 도 6과 마찬가지로의 유압 셔블(1)의 측방 단면도의 화상(굴삭 대상의 표면 형상 화상)이 표시되어 있다. 모니터 하부(23)의 표시에서는, 작업 위치 산출부(30)의 출력에 기초하여, 작업 위치 Pw를 나타내는 작업 위치 표시 선(84)과, 굴삭 영역(S)과, 유압 셔블(1)의 화상이 측방 단면도의 화상에 겹쳐 표시되어 있다. 측방 단면도의 화상은, 레이저 거리계(24)에 의해 검출된 굴삭 대상의 표면 형상에 기초하여 컨트롤러(18)에 의해 작성되어 있다. 모니터 하부(23) 위에 있어서의 유압 셔블의 화상 위치 및 작업 장치의 화상 자세는, 실기의 위치 및 자세에 연동하도록 구성하는 것이 바람직하다.
- [0046] 이와 같이 작업 위치 Pw와 유압 셔블(1)의 화상을 표시하면, 양자의 위치 관계를 용이하게 파악할 수 있다. 또한, 굴삭 영역(S)을 표시하면, 다음 번 굴삭 동작 시의 버킷(15)의 발톱 끝의 목표 궤도를 파악할 수 있으므로, 굴삭 용량의 최대화와 높은 작업 효율 유지에 기여한다.
- [0047] 상기한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 작업 기계의 작업 지원 시스템은, 복수 회의 굴삭 동작 각각에 의해 굴삭되는 영역의 단면적 sb가 일정하게 유지되도록, 벤치 높이 H 및 상정 굴삭량에 기초하여 굴삭 영역(S)을 결정하고, 다음 번 굴삭 동작에 의해 굴삭하기에 적합한 셔블(1)의 위치를 굴삭 영역(S)에 기초하여 작업 위치 Pw로서 산출하도록 구성하였다. 그리고, 유압 셔블(1)의 하부 주행체(10)의 최전단부(Cf)로부터 작업 위치 Pw까지의 거리 Lw를 산출하여 모니터(21)에 표시하는 것으로 하였다. 이와 같이 거리 Lw를 표시하면, 벤치 높이 H에 적합한 작업 위치와 유압 셔블(1)의 위치 관계를 작업자가 용이하게 파악할 수 있다. 이에 의해, 벤치 높이가 변화되어도, 굴삭량의 유지에 적합한 위치까지 유압 셔블(1)을 유도할 수 있기 때문에 높은 작업 효율을 유지할 수 있다.
- [0048] 또한, 굴삭 영역(S)의 형상은 도 6에 나타난 평행 사변형에 한정되는 것은 아니며, 설정 입력 장치(20)에 따라 다른 형상으로 변경 가능하게 구성해도 된다. 이 경우에는 굴삭량 설정 거리 Ls를 상기 식(1) 이외의 식으로 산출하게 되지만, 굴삭 영역(S)의 형상이 미리 결정되어 있으면 면적 sb(상정 굴삭량)와 굴삭 대상의 형상으로부터 Ls는 산출 가능하다. 예를 들어, 셔블 접지면(85)의 일부를 상저, 기준면(82)의 일부를 하저로 하고, 셔블 접지면(85)에 대한 수선과 굴삭면(4)을 다리로 하는 사다리꼴을 굴삭 영역(S)으로서 설정하도록 구성해도 된다. 또한, 단면적이 sb로 되는 영역을 1회의 굴삭 동작에 의해 굴삭할 때의 버킷(15)의 발톱 끝의 이동 궤적의

모형을 높이 H마다 기억시켜 두고, 당해 이동 궤적의 모형 및 높이 H에 기초하여 굴삭 영역(S)의 형상을 적절하게 선택하도록 구성해도 된다.

- [0049] 상기에서는, 굴삭면(4)의 하단에 위치하는 점(Pu)에 버킷(15)의 발톱 끝을 대고 굴삭 동작이 개시되는 것을 상정하여 설명하였지만, 벤치 높이 H가 높아 점(Pu)이 버킷(15)의 가동 범위 밖에 위치하는 경우에는, 버킷(15)의 가동 범위의 최대 범위와 굴삭면(4)의 교점이 굴삭 동작의 개시점으로 되도록 굴삭 영역(S)을 설정하는 것으로 한다. 즉, 본 실시 형태는 버킷(15)의 발톱 끝이 점(Pu)에 도달하지 않는 경우에도 적용 가능하다.
- [0050] 굴삭면(4)의 구체적인 표면 형상이 파악 가능한 경우(레이저 거리계(24) 등에 의해 그 자리에서 파악 가능한 경우나, 시공도 등의 정보부터 사전에 파악 가능한 경우)에는, 굴삭 영역(S)의 추정과 작업 위치 Pw를 산출 시에, 당해 표면 형상을 굴삭면(4)의 형상으로서 이용해도 된다. 이 경우에는 굴삭 영역(S)의 추정 정밀도가 향상되기 때문에, 작업 위치 Pw의 정밀도도 향상된다. 또한, 모니터 하부(23)에 표시되는 측방 단면도의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0051] 굴삭 대상의 형상을 취득하는 장치는 레이저 거리계(24)에 한정되는 것은 아니며, 굴삭 대상의 형상을 취득할 수 있는 다른 구성이어도 된다. 예를 들어, 측거 카메라나 초음파 센서에 의한 대응이 가능하다. 또한, 무선 장치(26)를 통해 외부의 컴퓨터로부터 취득한 지형 데이터를 이용하여 작업 위치 설정을 행하도록 구성해도 된다. 예를 들어, 높이 H의 취득 시에, 현장 관리자로부터 취득한 작업계획에 기초하여 높이 H를 설정하도록 구성해도 되고, 또한 운반 기계(2)에 의해 굴삭 대상의 하방으로부터 높이 H를 측정하여 유압 셔블(1)로 송신하도록 구성해도 된다. 또한, 유압 셔블(1)의 발톱 끝 궤적으로부터 다음 번 굴삭 시의 굴삭면(4)의 형상을 추정하도록 구성해도 된다.
- [0052] 전후 방향 굴삭 폭 Wd(작업 위치 Pw)의 산출 시에, 마진 거리 Lm은, 반드시 설정할 필요는 없고, 제로로 설정해도 된다. 마진 거리 Lm이 제로인 경우, 굴삭 대상 단부(Pb)와 작업 위치 Pw의 거리는 굴삭량 설정 거리 Ls에 일치하여 최소가 된다.
- [0053] 모니터(21)에의 표시는, 상술한 내용에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어 모니터 하부(23)에 굴삭면(4) 및 접지면(85)을 포함하는 굴삭 대상과 유압 셔블(1)의 상면도를 표시하고, 이것에 작업 위치 Pw, Pws를 겹쳐 표시하도록 구성해도 된다.
- [0054] <제2 실시 형태>
- [0055] 도 9는 유압 셔블(1)에 탑재되고, 작업 위치를 표시하는 작업 기계의 작업 지원 시스템의 다른 구성을 나타내는 개관도이다. 이 도면의 작업 위치 산출부(30)는, 도 2에 나타난 작업 위치 산출부(30)가 구비하는 구성 외에도, 안정 영역 설정부(33)와, 주행 판정부(35)와, 표시 갱신부(36)를 구비하고 있다.
- [0056] 지형 데이터 취득부(31)는, 레이저 거리계(24)로부터 출력되는 거리 정보 또는 무선 장치(26)에 의해 초래되는 지형 데이터에 기초하여 굴삭 대상의 형상을 취득하고, 또한 굴삭 대상의 높이 H와 굴삭 대상 단부(Pb)의 위치와 굴삭면(4)의 형상 등을 취득하는 부분이다. 안정 영역 설정부(33)는, 굴삭 대상의 표면 형상 및 안정각 as(도 10 참조)에 기초하여, 굴삭 대상의 상면에 있어서 유압 셔블(1)이 안정적으로 굴삭 작업을 실시 가능한 영역(「안정 영역」이라고 칭하는 경우가 있음)을 산출하는 부분이다. 작업 위치 연산부(34)는, 유압 셔블(1)의 작업 위치(Pw 또는 Pws)를 연산하는 부분이다. 주행 판정부(35)는, 조작 레버(조작 장치)(19)의 출력에 기초하여 유압 셔블(1)에 대해 주행 지시가 되었는지 여부를 판정하는 부분이다. 표시 갱신부(36)는, 주행 판정부(35)의 판정에 기초하여 작업 위치 연산부(34)로부터 출력되고, 모니터(21)에 표시되는 작업 위치(Pw 또는 Pws)와 굴삭 영역에 관한 정보(예를 들어, 작업 위치 Pw까지의 거리 Lw, 작업 위치 Pws까지의 거리 Lws)를 갱신하는 부분이다.
- [0057] 도 10은 제2 실시 형태에 있어서의 유압 셔블(1)과 굴삭면(4)의 위치 관계를 나타내는 측방 단면도이다. 안정 영역에 기초하여 결정되는 제2 작업 위치 Pws를 산출하는 방법에 대해 도 10을 사용하여 설명한다.
- [0058] 굴삭면(4)의 하측의 에지 위에 위치하는 제2 굴삭 대상 단부(Pu)는 지형 데이터 취득부(31)에 의해 취득된다. 다음으로, 지형 데이터 취득부(31)가 제2 굴삭 대상 단부(Pu)를 포함하는 굴삭면(4)의 표면 형상을 취득하는 방법에 대해 도 11을 사용하여 설명한다.
- [0059] 도 11은 유압 셔블(1)과 레이저 거리계(24)와 굴삭면(4)의 위치 관계를 나타내는 측방 단면도이다. 레이저 거리계(24)는, 굴삭면(4)을 점군으로 분할하고, 각 점의 레이저 거리계(24)에 대한 상대 수평 거리인 점군 상대 수평 거리 Ln과 점군 상대 연직 거리 Hn을 출력한다. 지형 데이터 취득부(31)는, 레이저 거리계(24)의 레이저

거리계 설치 길이(Ld)와, 셔블 접지면(85)에 대한 레이저 거리계의 설치 높이 Hd와, 셔블 접지면(85)에 대한 레이저 거리계 설치 각도 ad를 기억하고 있다. 지형 데이터 취득부(31)는, 레이저 거리계(24)의 설치 위치 정보(길이 Ld, 높이 Hd 및 각도 ad)에 기초하여, 레이저 거리계(24)의 출력(점군 상대 수평 거리 Ln과 점군 상대 연직 거리 Hn)을 하부 주행체(10)의 선단(Cf)에 대한 점군 수평 거리 Ln'와 점군 연직 거리 Hn'로 변환한다. Ln'과 Hn'은 회전 행렬을 사용하여 이하의 (7)식에 의해 변환된다.

$$L n' = L n \times \cos (a d) - H n \times \sin (a d) - L d$$

$$H n' = L n \times \sin (a d) + H n \times \cos (a d) - H d \dots ($$

7)

[0060]

[0061]

마찬가지의 계산을 점군에 포함되는 모든 점에 대해 행함으로써 하부 주행체(10)의 선단(Cf)에 대한 굴삭 대상의 표면 형상을 취득한다. 또한, 도 11을 사용한 설명에서는 굴삭면(4)의 형상을 측방 단면에 있어서의 2차원 형상으로 하여 설명하고 있지만, 3차원의 회전 행렬을 사용함으로써 굴삭 대상의 3차원 형상으로 변환해도 된다.

[0062]

지형 데이터 취득부(31)는 굴삭면(4)을 구성하는 점군 중, 인접하는 2점군간의 기울기를 모두 계산하고, 기울기가 급격하게 변화되는 점 Ptop와 Pbtm을 검출한다. Ptop와 Pbtm은 그 점의 표고에 기초하여, 표고가 높은 점 Ptop를 굴삭 대상 단부(Pb), 표고가 낮은 Pbtm을 제2 굴삭 대상 단부(Pu)로서 출력·기억한다. 또한, 점 Ptop와 Pbtm의 표고의 차분을 높이 H로서 출력·기억한다.

[0063]

다음으로 굴삭 대상 단부(Pb)와 제2 굴삭 대상 단부(Pu)의 위치를 취득하는 다른 방법에 대해 도 12를 사용하여 설명한다. 도 12는 굴삭 작업에 있어서의 버킷(15)의 발톱 끝 레직에 기초하여 굴삭 대상 단부(Pb, Pu)의 위치를 취득하는 방법을 나타내는 측방 단면도이다.

[0064]

프론트 작업 장치(12)에는, 붐(13), 아암(14), 버킷(15)의 회전 각도를 측정하는 붐 각도 센서(28-1)(도시하지 않음), 아암 각도 센서(28-2) 및 버킷 각도 센서(28-3)와, 아암 실린더(16) 내의 압력을 측정하는 아암 실린더 압력 센서(29)가 구비되어 있다. 또한, 컨트롤러(18)는, 붐(13), 아암(14) 및 버킷(15)의 치수를 기억하고 있고, 이들 치수와 각도 센서(28-1, 28-2, 28-3)의 출력에 기초하여 버킷(15)의 발톱 끝 위치를 연산 가능하도록 구성되어 있다.

[0065]

굴삭 대상 단부(Pb)와 제2 굴삭 대상 단부(Pu)의 위치 취득 시에, 먼저, 컨트롤러(18)는 압력 센서(29)의 출력을 감시하여, 아암 실린더(16)의 부하가 증대되어, 소정값보다 커졌을 때를 굴삭 개시라고 판단하고, 그때의 버킷(15)의 발톱 끝 위치를 제2 굴삭 대상 단부(Pu)로서 설정한다. 계속해서, 컨트롤러(18)는 굴삭 개시 후의 버킷(15)의 발톱 끝 위치를 감시하여, 버킷(15)의 발톱 끝 높이가 셔블 접지면(85)의 높이보다 높아졌을 때를 굴삭 종료라고 판단하여, 그때의 버킷(15)의 발톱 끝 위치를 굴삭 대상 단부(Pb)로서 설정한다.

[0066]

도 10으로 되돌아가, 안정각(안식각) as는, 벤치의 굴삭면(4)이 자발적으로 무너지는 일 없이 안정되는 굴삭면(4)의 최대 경사 각도이며, 제2 굴삭 대상 단부(Pu)에 설정된다. 안정각 as의 값은, 벤치의 토질에 따라 상이하하며, 설정 입력 장치(20) 등을 통해 컨트롤러(18) 내의 기억 장치에 미리 저장되어 있다. 안정 영역 설정부(33)는, 제2 굴삭 대상 단부(Pu)로부터 굴삭 대상이 안정되는 위치 Pws까지의 수평 거리 Lst(「굴삭 대상 안정 거리」라고 칭하는 경우가 있음)를 안정 각도 as와 높이 H를 이용하여 하기 식(4)에 기초하여 산출한다.

$$L s t = H / \tan (a s) \dots \text{식 (4)}$$

[0067]

[0068]

계속해서 작업 위치 연산부(34)는, 하부 주행체(10)의 선단(Cf)으로부터 제2 작업 위치 Pws까지의 수평 거리 Lws(「제2 작업 위치 거리」라고 칭하는 경우가 있음)를 산출한다. 제2 작업 위치 거리 Lws는, 하부 주행체(10)의 선단(Cf)으로부터 제2 굴삭 대상 단부(Pu)까지의 수평 거리 Lu를 사용하여 하기 식(5)로 나타내어진다. 또한, 수평 거리 Lu는, 레이저 거리계(24) 또는 무선 장치(26)를 통해 지형 데이터 취득부(31)에 의해 취득한다.

$$L w s = L u - L s t \dots \text{식 (5)}$$

[0069]

[0070]

이때, 굴삭 대상 단부(Pb)로부터 제2 작업 위치 Pws까지의 수평 거리 Wds(「제2 전후 방향 굴삭 폭」이라고 칭하는 경우가 있음)는 유압 셔블(1)의 하부 주행체(10)의 선단(Cf)으로부터 굴삭 대상 단부(Pb)까지의 수평 거리

Lb(「굴삭 대상 단부 거리」라고 칭하는 경우가 있음)를 사용하여, 하기 식(6)으로 나타내어진다.

$$Wds = Lb - Lws \dots \text{식(6)}$$

[0071]

[0072] 작업 위치 연산부(34)는, 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds와 전후 방향 굴삭 폭 Wd의 크기를 비교하여, 큰 쪽을 작업 위치로서 설정한다. 예를 들어, 제2 전후 방향 굴삭 폭이 큰 경우는, 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds를 사용한 위치 Pws를 작업 위치로서 설정한다.

[0073]

도 13은, 높이 H에 대한 전후 방향 굴삭 폭 Wd 및 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds의 값을 나타내는 그래프이다. 도 10을 사용하여 높이 H에 의해, 상술한 방법에 기초하여 산출되는 전후 방향 굴삭 폭 Wd 및 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds의 변화를 설명한다.

[0074]

이미 설명한 바와 같이, 높이 H가 작을수록, 소정 면적 sb를 확보하기 위해 필요한 작업 위치 거리 Ls가 커지므로, 전후 방향 굴삭 폭 Wd도 동시에 커지고, 작업 위치 Pw는 굴삭 대상 단부(Pb)로부터 이격된다. 한편, 높이 H가 클수록, 소정 면적 sb를 확보하기 위해 필요한 굴삭량 설정 거리 Ls가 작아지고, 전후 방향 굴삭 폭 Wd도 동시에 작아지므로, 작업 위치 Pw는 굴삭 대상 단부(Pb)에 근접한다.

[0075]

굴삭 대상 안정 거리 Lst는, 높이 H가 증대됨에 따라 증대되기 때문에, 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds는 높이 H가 증대됨에 따라 증대된다. 작업 위치 연산부(34)는 상술한 전후 방향 굴삭 폭 Wd와 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds를 비교하여, 값이 큰 쪽을 작업 위치로 한다. 도 13에 나타난 바와 같이, (A) 높이 H가 H2보다 작은 영역에서는, 전후 방향 굴삭 폭 Wd가 크기 때문에, 전후 방향 굴삭 폭 Wd를 사용한 작업 위치 Pw가 출력된다. (B) 높이 H가 H2일 때에는, 전후 방향 굴삭 폭 Wd와 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds가 일치하기 때문에, 편의적으로 전후 방향 굴삭 폭 Wd를 사용한 작업 위치 Pw를 출력한다(제2 작업 위치 Pws를 출력해도 된다). (C) 높이 H가 H2보다 큰 영역에서는, 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds가 크기 때문에, 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds를 사용한 제2 작업 위치 Pws가 출력된다.

[0076]

도 14는 제2 실시 형태에 관한 작업 위치 산출부(30)의 처리를 나타내는 흐름도이다. 도 14를 사용하여 작업 위치를 표시하는 방법을 설명한다. 앞의 도면(도 7)의 흐름도와 동일한 처리에 대해서는 동일한 번호를 붙이고 설명을 생략하는 경우가 있다(후속되는 흐름도도 마찬가지로 함).

[0077]

작업 위치 표시 스위치(27)가 ON인 경우, 스텝 101A에서 굴삭 영역 결정부(32)와 안정 영역 설정부(33)는 각각 작업 위치 Pw, Pws의 결정과 전후 방향 굴삭 폭 Wd, Wds의 연산에 필요한 지형 데이터(예를 들어, 높이 H, 굴삭 대상 단부 Pb, Pu의 위치, 수평 거리 Lu, 굴삭면(4)의 형상)를 지형 데이터 취득부(31)로부터 취득한다.

[0078]

계속해서 스텝 102A에서, 굴삭 영역 결정부(32)는 이미 설명한 방법에 의해 굴삭 영역(S)을 추정한다. 그리고, 작업 위치 연산부(34)는, 면적 sb 및 높이 H와 상기 식(1)을 이용하여 굴삭량 설정 거리 Ls를 산출하고, 이것에 마진 Lm을 가산하여 전후 방향 굴삭 폭 Wd를 산출한다(상기 식(2)).

[0079]

또한, 안정 영역 설정부(33)는, 상기 식(4)를 이용하여 굴삭 대상 안정 거리 Lst를 산출한다. 그리고, 작업 위치 연산부(34)는, 상기 식(5)를 이용하여 제2 작업 위치 거리 Lws를 산출하고, 상기 식(6)을 이용하여 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wds를 산출한다.

[0080]

또한, 작업 위치 연산부(34)는, 2개의 전후 방향 굴삭 폭 Wd, Wds의 대소를 비교하여, 큰 쪽에 관한 작업 위치(Pw 또는 Pws)까지의 거리(Lw 또는 Lws)를 연산하고, 이것을 표시 갱신부(36)에 출력한다.

[0081]

마지막으로 스텝 103A에서, 표시 갱신부(36)는, 거리(Lw 또는 Lws)를 모니터(21)에 출력하고 처리를 종료한다. 또한, 모니터(21)에의 거리(Lw 또는 Lws)의 표시 형태는, 도 8에 나타난 것과 동일한 것으로 하고, 설명은 생략한다.

[0082]

상기한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 작업 기계의 작업 지원 시스템은, 굴삭 영역(S)에 기초하여 도출되는 전후 방향 굴삭 폭 Wd와, 굴삭 대상의 안정각 as에 기초하여 도출되는 제2 전후 방향 굴삭 폭 Wd의 대소를 비교하여, 큰 쪽에 관한 작업 위치(Pw 또는 Pws)까지의 거리(Lw 또는 Lws)를 모니터(21)에 표시하는 것으로 하였다. 이와 같이 구성하면, 유압 셔블(1)이 항상 안정 영역 내에 배치되므로, 안정된 굴삭 작업의 계속이 확보된다.

[0083]

<제3 실시 형태>

[0084]

본 실시 형태에 관한 작업 기계의 작업 지원 시스템의 구성은 도 9와 동일한 것으로 한다. 도 15는 제3 실시 형태에 관한 작업 위치 산출부(30)의 처리를 나타내는 흐름도이다.

- [0085] 스텝 101A까지는 앞의 흐름도와 마찬가지로이다. 스텝 112에서 지형 데이터 취득부(31)는 스텝 101A에서 취득한 지형 데이터에 기초하여 굴삭 대상의 표면 형상이 변화되어 있는지 여부를 판정한다. 굴삭 대상의 표면 형상이 변화되어 있지 않은 경우는 스텝 S100으로 되돌아간다. 굴삭 대상의 표면 형상이 변화된 경우는, 스텝 102A와 스텝 103A로 진행하여, 표시 갱신부(36)가 거리 Lw 또는 거리 Lws를 모니터(21)에 표시하고 표시 화면을 갱신한다. 모니터(21)의 표시 화면을 갱신한 후에는 스텝 S100으로 되돌아가, 이미 설명한 각 처리를 반복한다.
- [0086] 이와 같이, 본 실시 형태에 관한 작업 기계의 작업 지원 시스템에서는, 굴삭 대상의 표면 형상이 변화된 것이 확인된 경우에, 다음 번 굴삭 동작에 있어서의 작업 위치까지의 거리(Lw 또는 Lws)의 모니터 표시를 갱신하는 것으로 하였다. 이와 같이 시스템을 구성하면, 굴삭 대상의 형상 변화와 함께 작업 위치까지의 거리가 자동적으로 갱신되므로, 작업 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0087] <제4 실시 형태>
- [0088] 본 실시 형태에 관한 작업 기계의 작업 지원 시스템의 구성도 도 9와 동일한 것으로 한다. 도 16은 제4 실시 형태에 관한 작업 위치 산출부(30)의 처리를 나타내는 흐름도이다.
- [0089] 스텝 101A까지는 앞의 흐름도와 마찬가지로이다. 스텝 122에서, 주행 관정부(35)는 조작 레버(19)를 통해 주행을 지시하는 레버(주행 레버)의 입력이 있었는지 여부를 판정한다. 주행 레버의 입력(하부 주행체(10)에 의한 전진/후퇴의 지시)이 없었던 경우는, 다음 번 굴삭 동작에 있어서의 작업 위치까지의 거리(Lw 또는 Lws)의 모니터(21)에의 표시를 유지한 상태로 스텝 S100으로 되돌아간다. 주행 레버의 입력이 있었던 경우는, 스텝 102A와 스텝 103A로 진행하여, 표시 갱신부(36)가 거리 Lw 또는 거리 Lws를 모니터(21)에 표시하여 표시 화면을 갱신한다. 모니터(21)의 표시 화면을 갱신한 후에는 스텝 S100으로 되돌아가, 이미 설명한 각 처리를 반복한다.
- [0090] 이와 같이, 본 실시 형태에 관한 작업 기계의 작업 지원 시스템에서는, 주행 레버의 입력이 있는 동안, 다음 번 굴삭 동작에 있어서의 작업 위치까지의 거리(Lw 또는 Lws)의 모니터 표시를 계속 갱신하는 것으로 하였다. 이와 같이 시스템을 구성하면, 주행 레버에 의한 유압 서블(1)의 이동과 함께 작업 위치까지의 거리가 자동적으로 갱신되므로, 작업 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0091] 또한, 본 실시 형태에서는 조작 레버(19)의 레버 입력의 유무에 기초하여 거리를 갱신하는 구성을 채용하였지만, 유압 서블(1)의 주행 장치인 하부 주행체(10)의 동작을 검출하여 거리를 갱신하는 구성을 채용해도 된다. 또한 마찬가지로, 하부 주행체(10)의 구동원(유압 모터 또는 전동 모터)의 동작을 검출하여 거리를 갱신하는 구성을 채용해도 된다. 또한, 예를 들어 운반 기계(덤프 트럭)의 위치를 감시하여, 운반 기계의 이동 개시가 검출된 타이밍에 갱신해도 된다. 또한 표시 갱신의 트리거로 되는 동작은 주행에 한정되는 것은 아니며, 그 밖의 동작을 기준으로 해도 된다. 예를 들어, 유압 서블의 동작을 굴삭, 선회, 적입으로 분류하고, 적입 동작을 검출한 후에 작업 위치를 갱신하도록 구성해도 된다.
- [0092] 상기한 제3 실시 형태와 제4 실시 형태는 조합할 수 있다. 즉, 굴삭 대상의 표면 형상이 변화되었을 때, 주행 레버의 입력이 있었을 때, 및 하부 주행체(10)가 동작하였을 때(유압 서블(1)이 동작하였을 때) 중 적어도 하나가 확인되었을 때, 다음 번 굴삭 동작에 있어서의 작업 위치까지의 거리를 다시 산출하고, 그 산출 결과를 모니터(21)에 표시하는 구성으로 해도 된다.
- [0093] 그런데 굴삭 대상 단부(Pb, Pu)의 설정 방법은 상술한 방법에 한정되지 않는다. 도 17 내지 도 19를 사용하여 지형 데이터 취득부(31)가 굴삭 대상 단부(Pb)를 설정하는 다른 방법에 대해 설명한다. 도 17은 유압 서블(1)과 굴삭면(4)에 대한 작업 범위를 나타내는 부감도이다. 도 18은 유압 서블(1)의 서블 접지면(85)에 대해 기준면(기준 표고면)(82)을 설정한 경우에, 기준면(82)과 굴삭면(4)의 교차에 의해 생성되는 굴삭 대상 단부 기준선(83)을 나타내는 부감도이다. 도 19는 유압 서블(1)과 도 18에 나타난 굴삭 대상 단부 기준선(83)과 굴삭 대상 단부(Pb)의 관계를 나타내는 상면도이다.
- [0094] 도 17에 나타난 바와 같이, 지형 데이터 취득부(31)는, 설정 입력 장치(20)의 설정값에 기초하여, 유압 서블(1)이 굴삭면(4)의 방향을 향하였을 때의 좌우 방향에 있어서의 7 이동 가능 범위를 규정하는 작업 범위(81)를 서로 평행한 2면으로 설정한다. 다음으로 도 18에 나타난 바와 같이, 서블 접지면(85)을 대체하는 면으로서, 접지면(85)의 근방의 높이에 굴삭면(4)과 교차하도록 수평면(기준면)(82)을 설정 입력 장치(20)에 의해 설정한다. 그리고, 작업 범위(81)를 규정하는 2면 사이에 위치하고, 굴삭면(4)과 기준면(82)이 교차하여 생성되는 굴삭 대상 단부 기준선(83)을 취득한다. 다음으로, 도 19에 나타난 바와 같이 유압 서블(1)의 선회 중심(Po)을 통과하여, 작업 범위(81)를 규정하는 2면과 평행한 평면(89)과, 굴삭 대상 단부 기준선(83)의 교점을 굴삭 대상 단부(Pb)로서 설정한다.

- [0095] 이와 같이 기준면(82)을 설정하여 굴삭 대상 단부(Pb)를 설정하면, 예를 들어 레이저 거리계(24) 등에 의해서는 벤치 상면의 에지(86)(도 1 참조)를 검출할 수 없는 경우(예를 들어, 접지면(85)이 굴삭면(4)으로 완만하게 이행하고 있는 경우)에도 굴삭 대상 단부(Pb)를 설정할 수 있다.
- [0096] 또한, 굴삭 대상 단부(Pb)는, 도 20에 나타난 바와 같이, 굴삭 대상 단부 기준선(83) 위의 다른 위치를 사용하여 설정해도 된다. 도 20은, 상이한 굴삭 대상 단부(Pb)의 설정 방법을 나타내는 상면도이다. 이 도면의 예에서는, 지형 데이터 취득부(31)는 굴삭 대상 단부 기준선(83) 상에 있어서 하부 주행체(10)의 선단(Cf)으로부터의 수평 거리(도 20 중의 상하 방향 거리)가 최소로 되는 점을 굴삭 대상 단부(Pb)로서 설정하고 있다. 도 6 및 도 10에서 설명한 측방 단면도는, 도 20에 나타난 유압 서블(1)의 선회 중심(Po)과 굴삭 대상 단부(Pb)를 통과하는 평면(90)을 사용하도록 구성해도 된다. 또한, 이와 같이 굴삭 대상 단부(Pb)를 설정한 경우, 거리 Lw가 아닌, 거리 Lw'를 모니터(21)에 표시하도록 구성해도 된다. 거리 Lw'는, 작업 위치 Pw와 하부 주행체(10)의 선단(Cf) 사이의 유압 서블(1)의 정면 방향에 있어서의 작업 위치 거리이다.
- [0097] 또한, 굴삭 대상 단부(Pb)는, 굴삭 대상 단부 기준선(83)의 수평 방향이 최소로 되는 위치로 하는 구성에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어 상술한 수평 방향 거리의 평균이나 최대를 취하는 위치를 굴삭 대상 단부(Pb)로 하는 구성으로 해도 된다. 또한, 설정 입력 장치(20)에 의해 상기한 각 방법을 적절하게 조합하여 적용할 수 있도록 구성해도 된다. 또한, 제2 굴삭 대상 단부(Pu)는, 기준면(82)과 상이한 기준면을 설정하고, 당해 다른 기준면을 이용하여 굴삭 대상 단부(Pb)와 마찬가지로 정하도록 구성해도 된다.
- [0098] 작업 위치 산출부(30)가 모니터(21)에 출력하는 작업 위치는 1개에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어 작업 위치 거리 Lw와, 안정 작업 위치 거리 Lws를 동시에 표시해도 된다.
- [0099] 작업 위치 산출부(30)는, 유압 서블(1)에 설치된 컨트롤러에 의한 실시에 한정되는 것은 아니며, 유압 서블(1)의 정지 위치의 산출·표시에 필요한 처리를 외부의 컴퓨터에서 행하고, 결과를 유압 서블(1)에 무선 장치(26)를 통해 송신하도록 구성해도 된다. 또한, 설정 입력 장치(20)는 조작실(17) 내로의 설치에 한정되는 것은 아니며, 작업 현장의 감독자 등이 휴대 가능한 휴대 정보 단말기로 구성하고, 무선 장치(26)를 통해 유압 서블(1)에 각종 정보를 송신하도록 구성해도 된다.
- [0100] 그런데, 작업 위치 Pw, Pws에 서블(1)을 정지시키기 위한 유도 표시 장치는 상술한 모니터(21)에 한정되는 것은 아니다. 도 21은 조작실(17)의 내부로부터 유압 서블(1)의 전방을 내려다본 도면이다. 도 21을 사용하여, 작업 위치 Pw, Pws로 서블(1)을 유도하기 위한 다른 방법에 대해 설명한다.
- [0101] 도 21에 있어서, 영상 표시에 관한 제어 처리를 행하는 컴퓨터를 내장하고, 조작실(17)의 정면의 방풍 유리(62)에 가상 영상을 겹쳐 표시하는 헤드업 디스플레이(25)가 조작실(17)의 상부에 설치되어 있다. 지형 데이터 취득부(31)는, 서블 접지면(85)의 에지(86)의 형상을 헤드업 디스플레이(25)에 출력한다. 헤드업 디스플레이(25)는, 지형 데이터 취득부(31)로부터 출력되는 에지(86)의 형상을 서블측을 향해 작업 위치 거리 Lw(또는 Lws)만큼 오프셋한 목표 단부 형상(87)을 조작실(17)의 정면의 방풍 유리(62)에 표시한다. 작업자는 정면의 실상을 눈으로 보면서 목표 단부 형상(87)과 굴삭면(4)의 에지(86)가 일치하도록 서블(1)을 이동시켜 정지시킨다. 이에 의해 서블(1)을 작업 위치 Pw, Pws에 정지시킬 수 있다.
- [0102] 또한, 작업 위치 Pw, Pws로 서블(1)을 유도하기 위한 유도 표시 장치는 모니터(21)나 헤드업 디스플레이(25)에 한정되는 것은 아니며, 작업자가 장착하는 헤드 마운트 디스플레이나, 방풍 유리를 모니터로 치환하여 외부 카메라의 영상과 작업 위치 정보를 합성하여 표시하는 장치 등, 그 밖의 표시 장치의 이용이 가능하다.
- [0103] 그런데, 상기에서는 주로 하부 주행체(10)의 선단(Cf)으로부터 작업 위치까지의 거리 Lw, Lws를 모니터(21)에 표시하는 경우에 대해 설명하였지만, 도 21에 나타난 목표 단부 형상(87)의 예도 포함하여, 작업 위치에 관한 정보이면 다른 것을 표시해도 된다. 또한, 작업 위치의 출력 결과는 「표시」에 한정되는 것은 아니며, 「조작의 지원」에 사용해도 된다. 예를 들어, 작업 위치에 도달한 경우, 주행 레버의 출력을 차단하도록 구성해도 되고, 또한 특정한 입력을 가함으로써 작업 위치까지 자동으로 이동하도록 구성해도 된다.
- [0104] 또한, 본 발명은 상기한 각 실시 형태에 한정되는 것은 아니며, 그 요지를 이탈하지 않는 범위 내의 다양한 변형예가 포함된다. 예를 들어, 유압 서블(1)은, 상부 선회체(11), 붐(13), 아암(14), 버킷(15)을 갖고 있지만, 작업 장치의 구성은 이것에 한정되지 않고, 접지면보다 하방에 위치하는 굴삭 대상을 굴삭 가능한 작업 장치를 구비하는 것이면 본 실시 형태는 적용 가능하다. 또한, 본 발명은 상기한 각 실시 형태에서 설명한 모든 구성을 구비하는 것에 한정되지 않고, 그 구성의 일부를 삭제한 것도 포함된다. 또한, 일 실시 형태에 관한 구성의 일부를, 다른 실시 형태에 관한 구성에 추가 또는 치환하는 것이 가능하다.

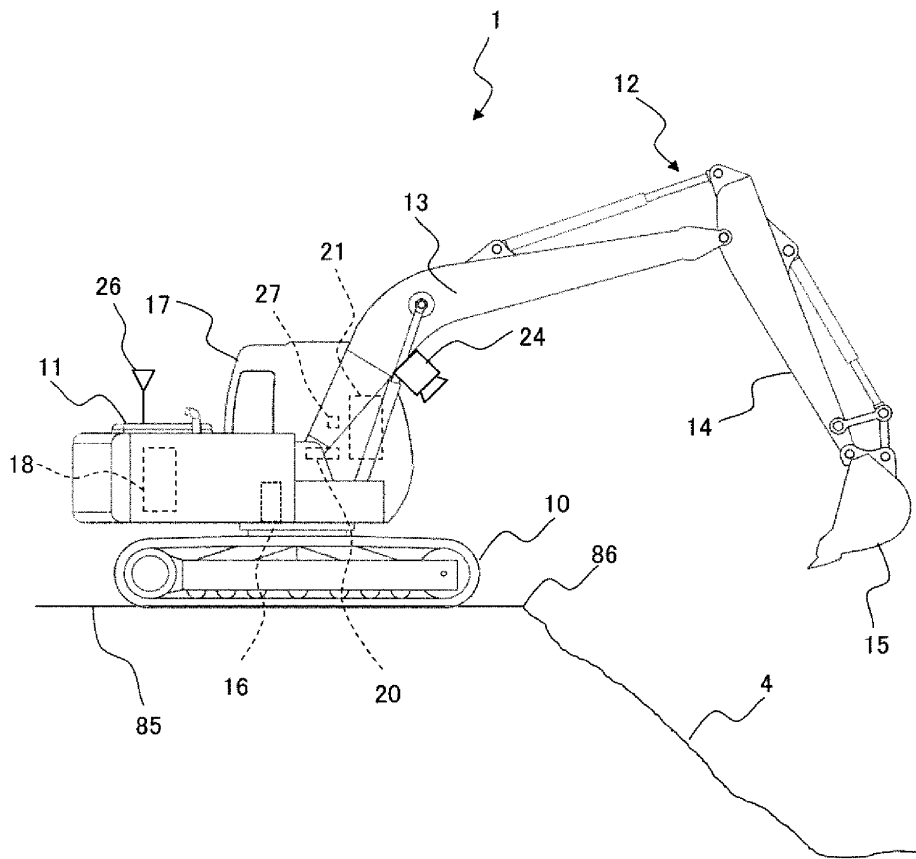
[0105] 상기한 컨트롤러(18)에 관한 각 구성이나 당해 각 구성의 기능 및 실행 처리 등은, 그들의 일부 또는 전부를 하드웨어(예를 들어, 각 기능을 실행하는 로직을 집적 회로로 설계하는 등)로 실현해도 된다. 또한, 설치되는 장소가 동일하거나 또는 상이한 복수의 컴퓨터에 의해 분산 처리해도 된다. 또한, 상기한 컨트롤러(18)에 관한 구성은, 연산 처리 장치(예를 들어, CPU)에 의해 판독·실행됨으로써 당해 컨트롤러(18)의 구성에 관한 각 기능이 실현되는 프로그램(소프트웨어)으로 해도 된다. 당해 프로그램에 관한 정보는, 예를 들어 반도체 메모리(플래시 메모리, SSD 등), 자기 기억 장치(하드디스크 드라이브 등) 및 기록 매체(자기 디스크, 광 디스크 등) 등에 기억시킬 수 있다.

부호의 설명

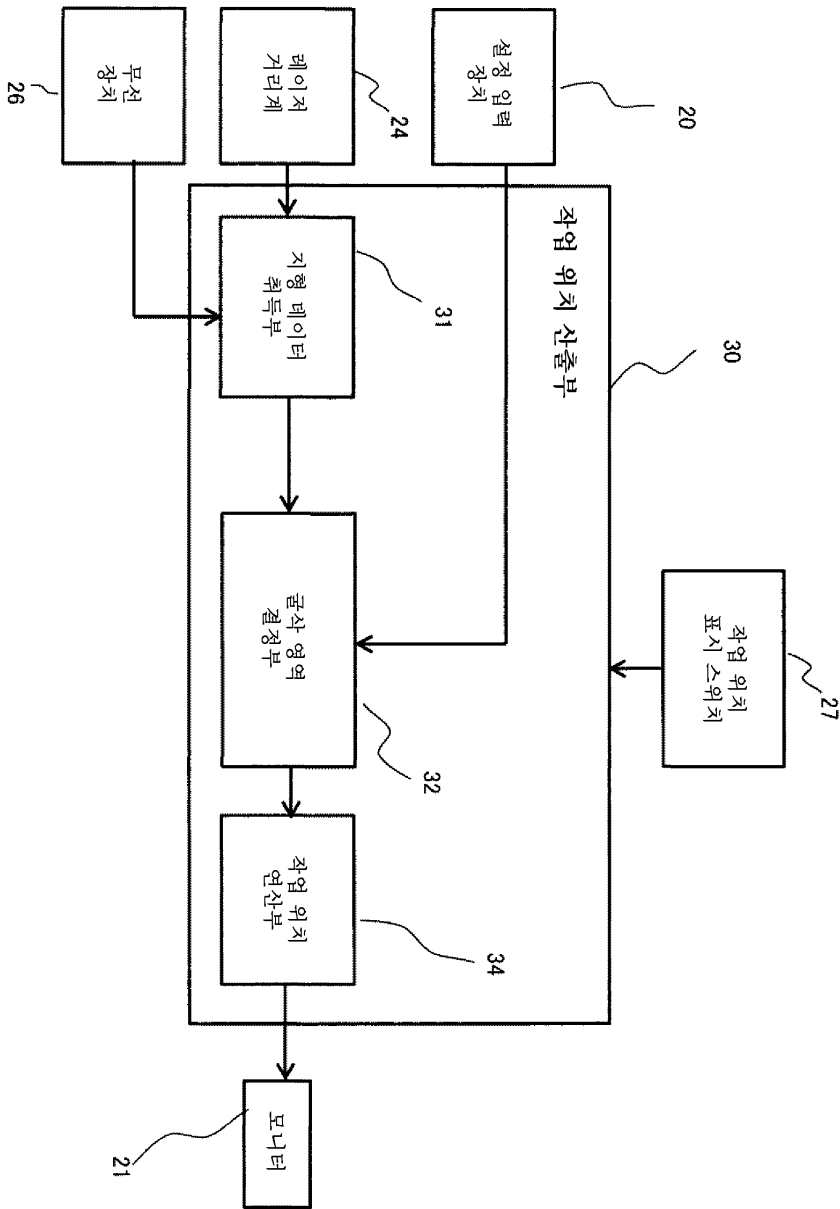
- [0106]
- 1 : 유압 서블
 - 10 : 하부 주행체
 - 12 : 프론트 작업 장치
 - 17 : 조작실
 - 18 : 컨트롤러(제어 장치)
 - 19 : 조작 레버(조작 장치)
 - 21 : 모니터(표시 장치)
 - 24 : 레이저 거리계(형상 검출 장치)
 - 30 : 작업 위치 산출부
 - 31 : 지형 데이터 취득부
 - 32 : 굴삭 영역 결정부
 - 34 : 작업 위치 연산부
 - 35 : 주행 판정부
 - 36 : 표시 갱신부
 - 82 : 기준면
 - 83 : 굴삭 대상 단부 기준선
 - 85 : 벤치 상면(상면)
 - H : 기준면(82)으로부터의 높이
 - as : 안정각
 - S : 굴삭 영역
 - Pb : 굴삭 대상 단부(기준점)
 - Pw, Pws : 작업 위치
 - Lw, Lws : 작업 위치 거리

도면

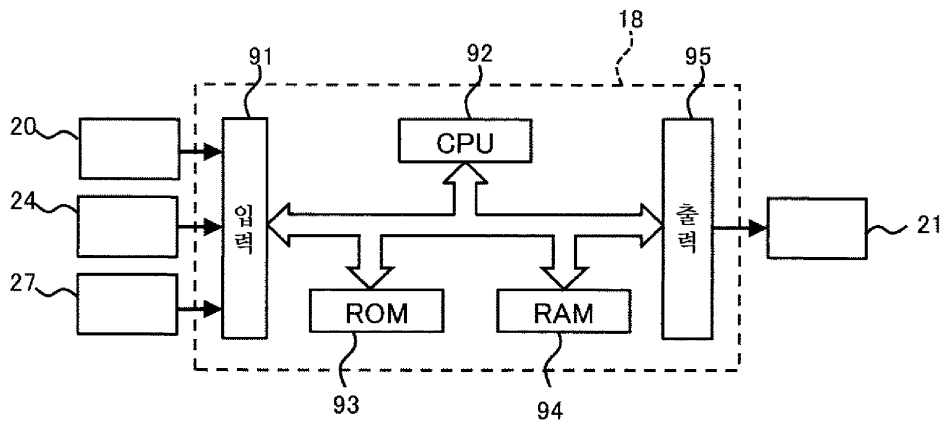
도면1



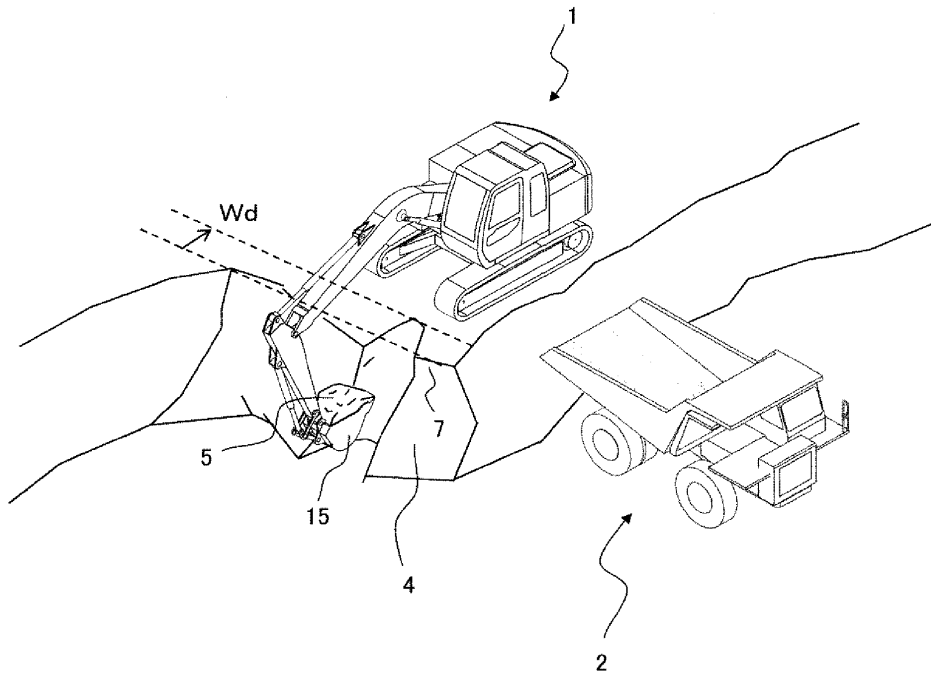
도면2



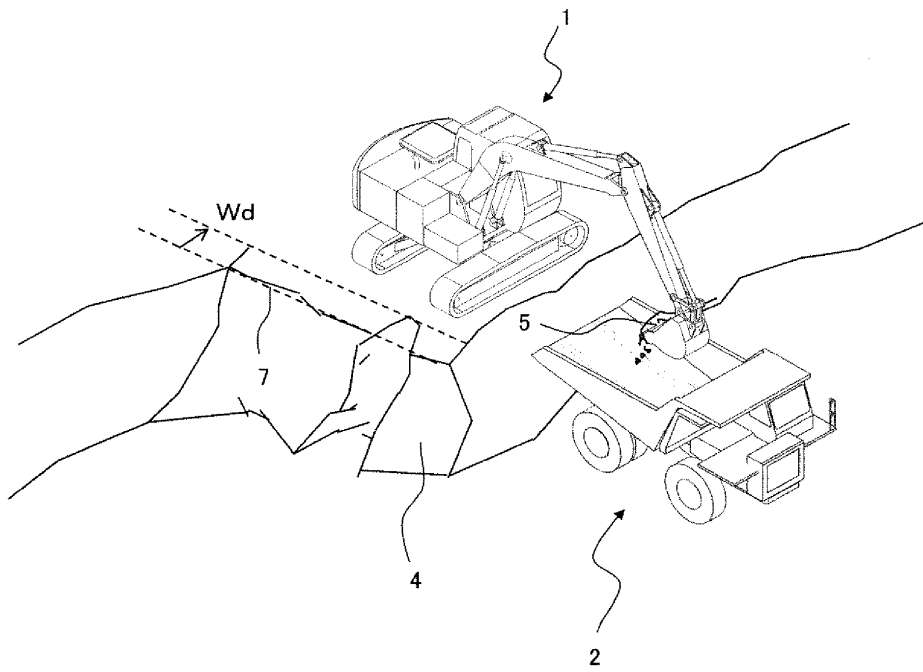
도면3



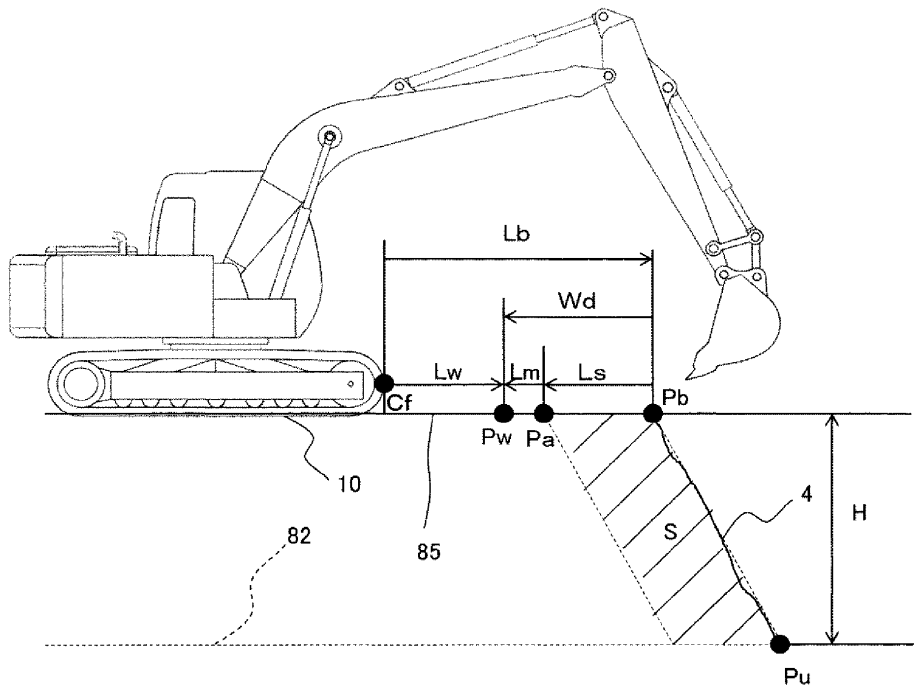
도면4



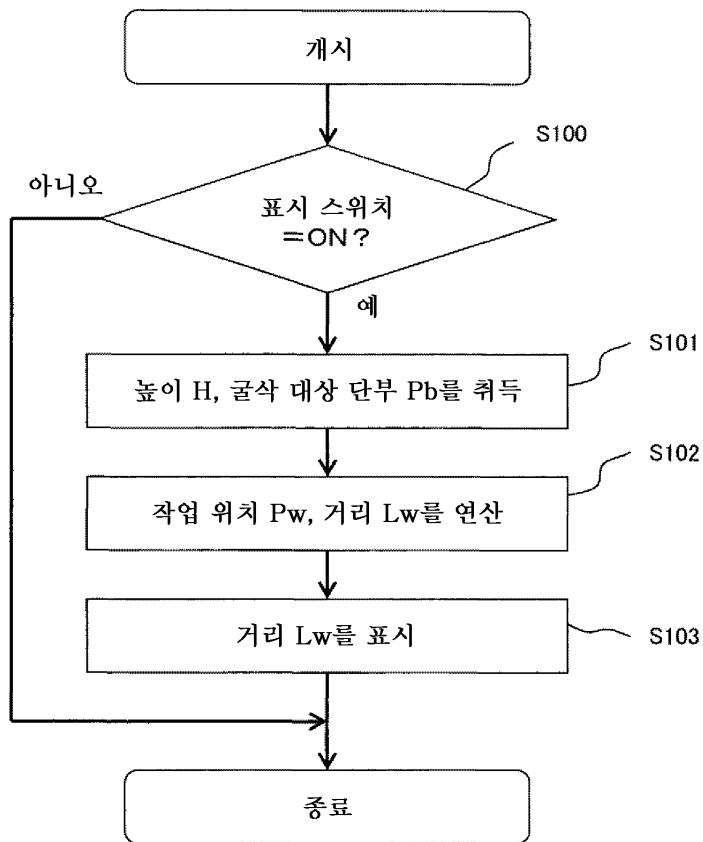
도면5



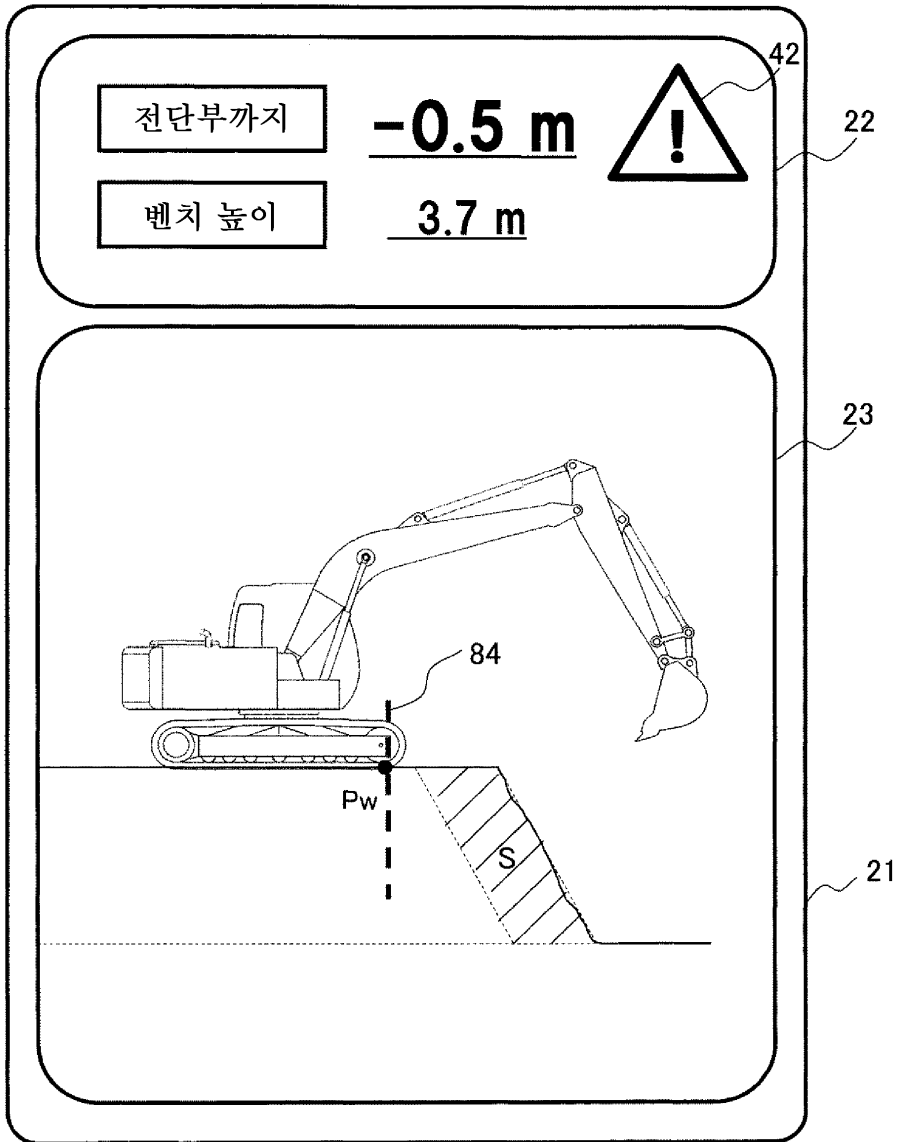
도면6



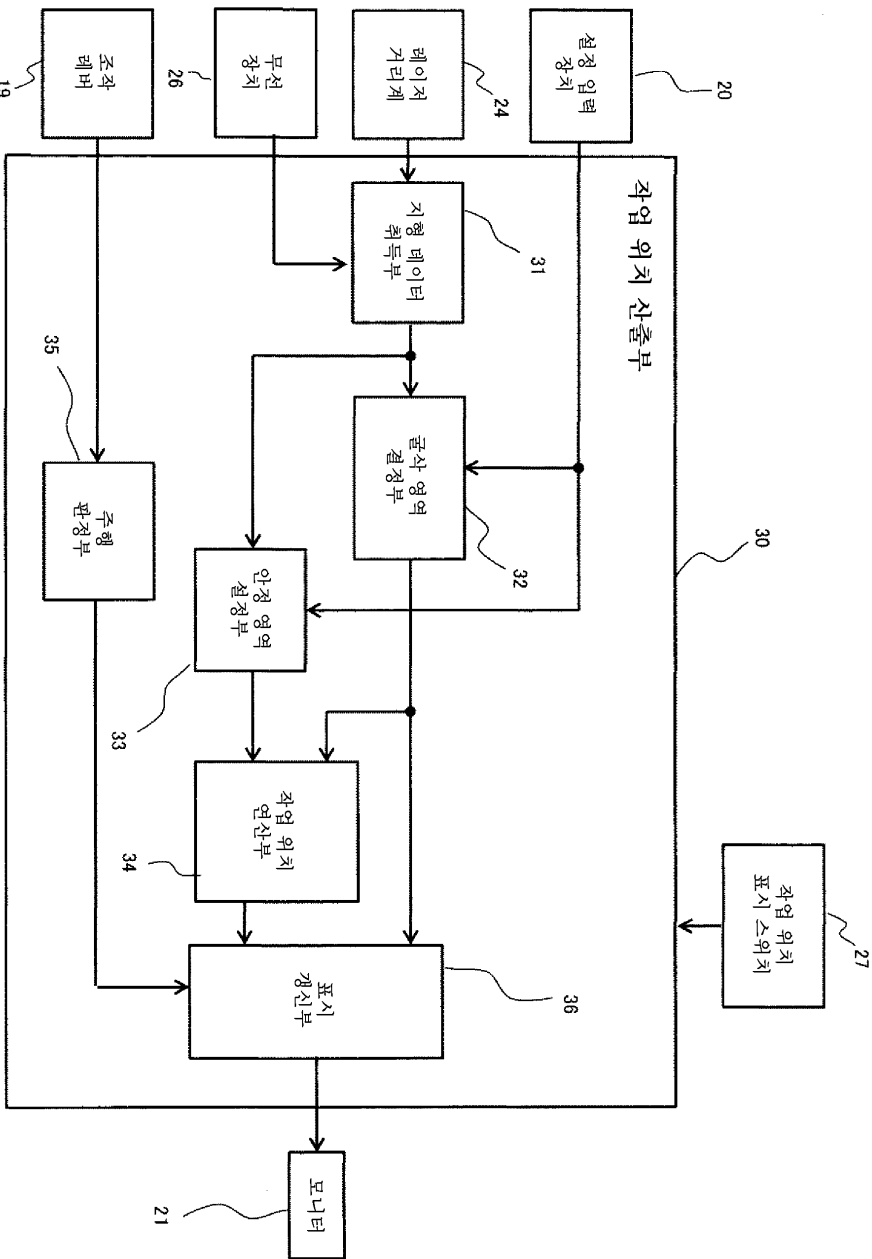
도면7



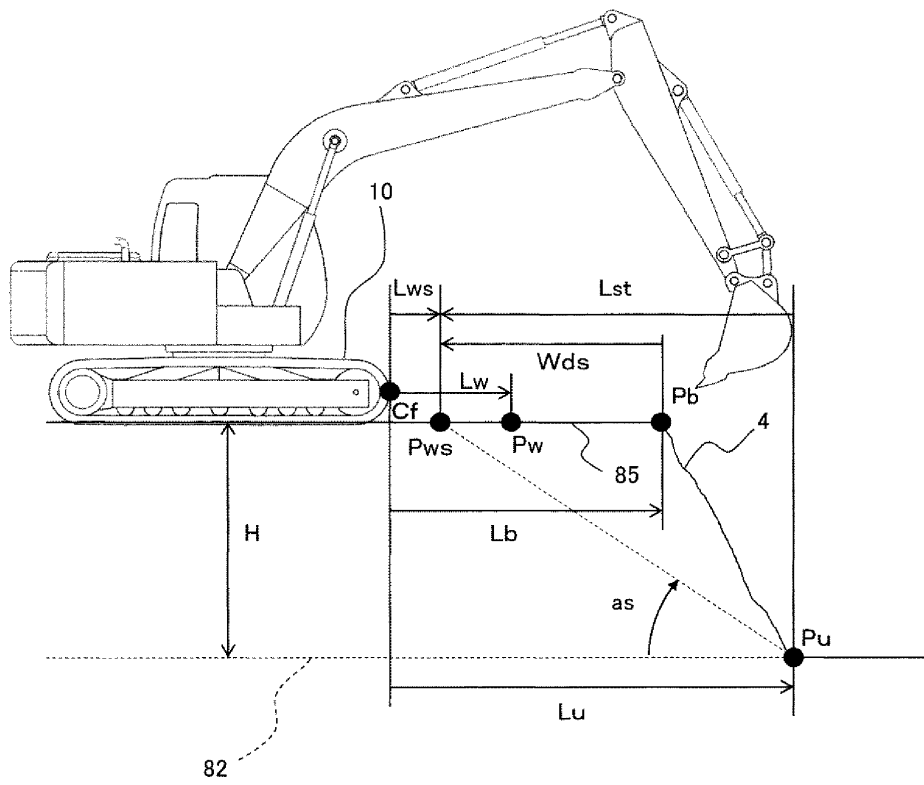
도면8



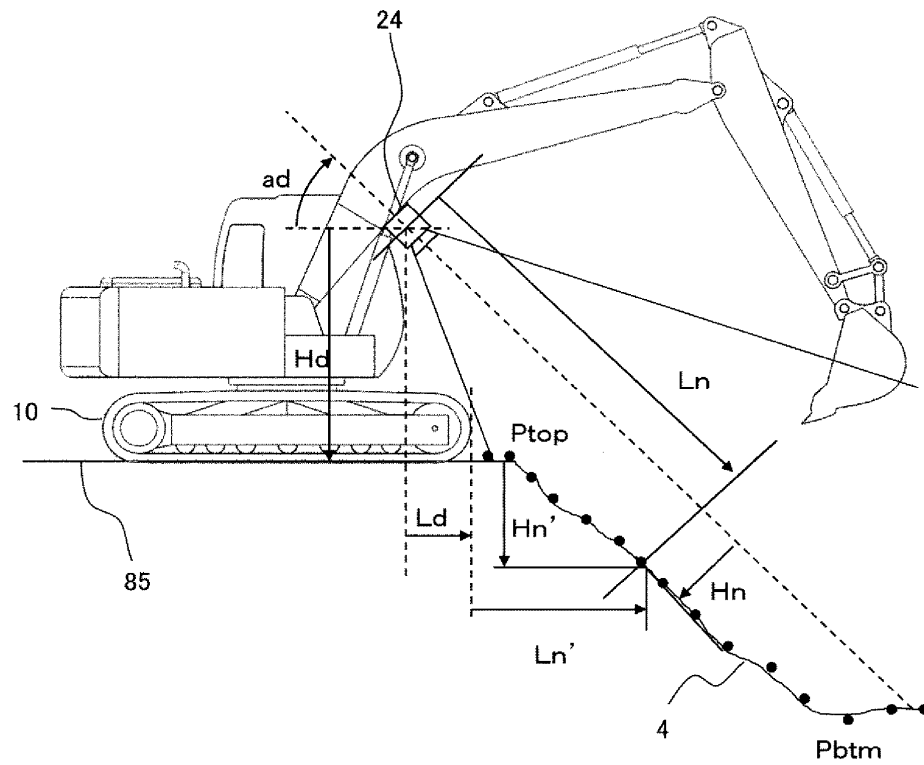
도면9



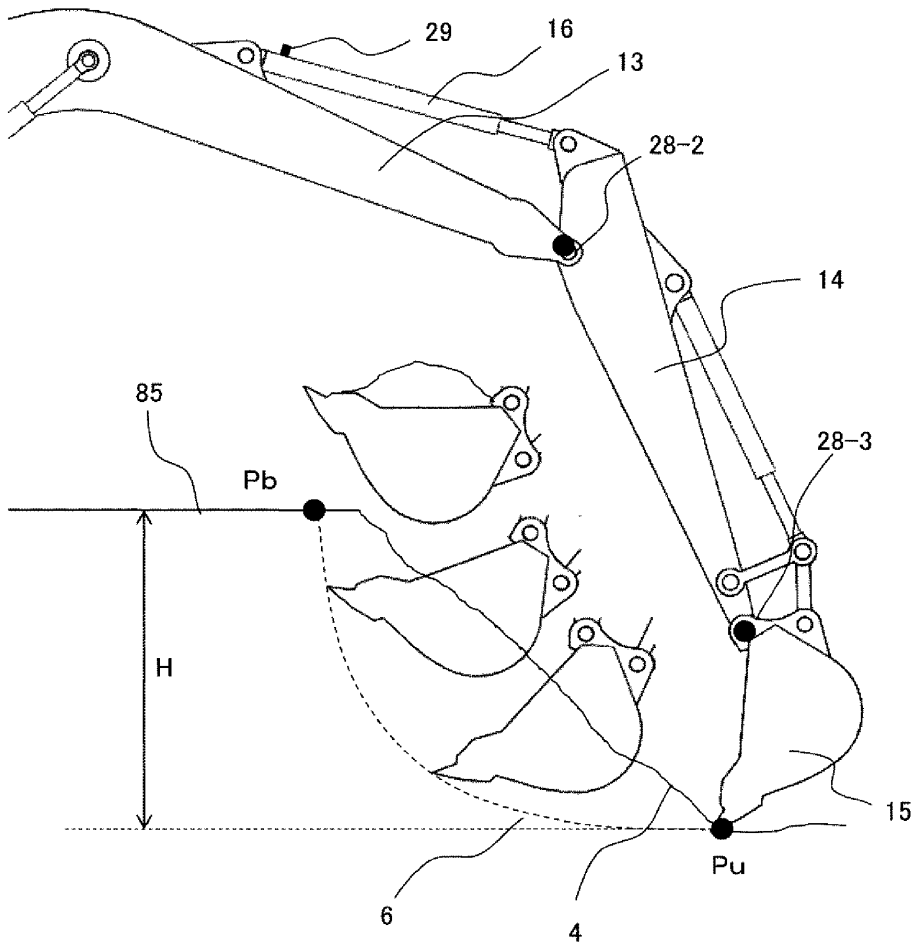
도면10



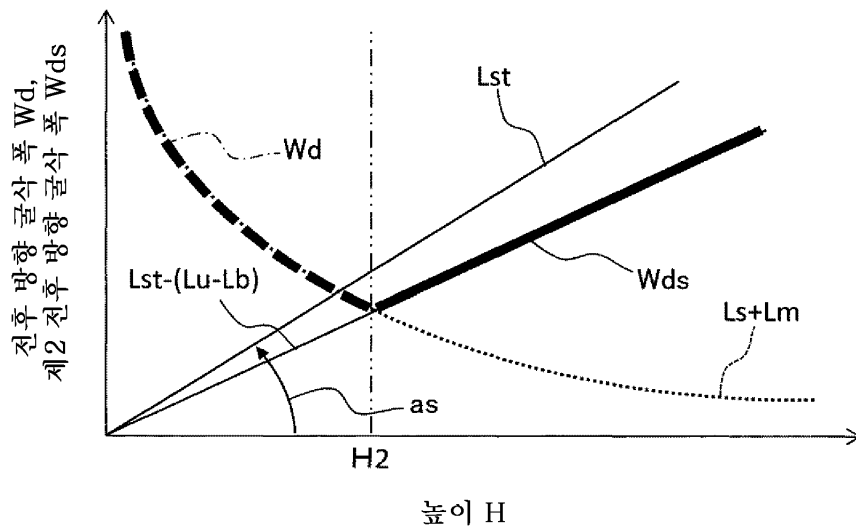
도면11



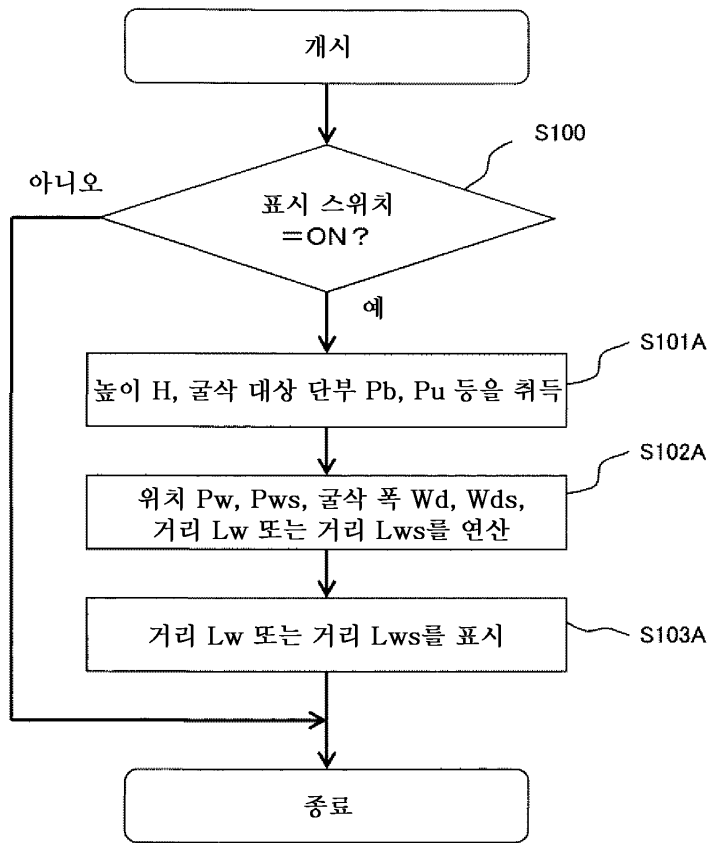
도면12



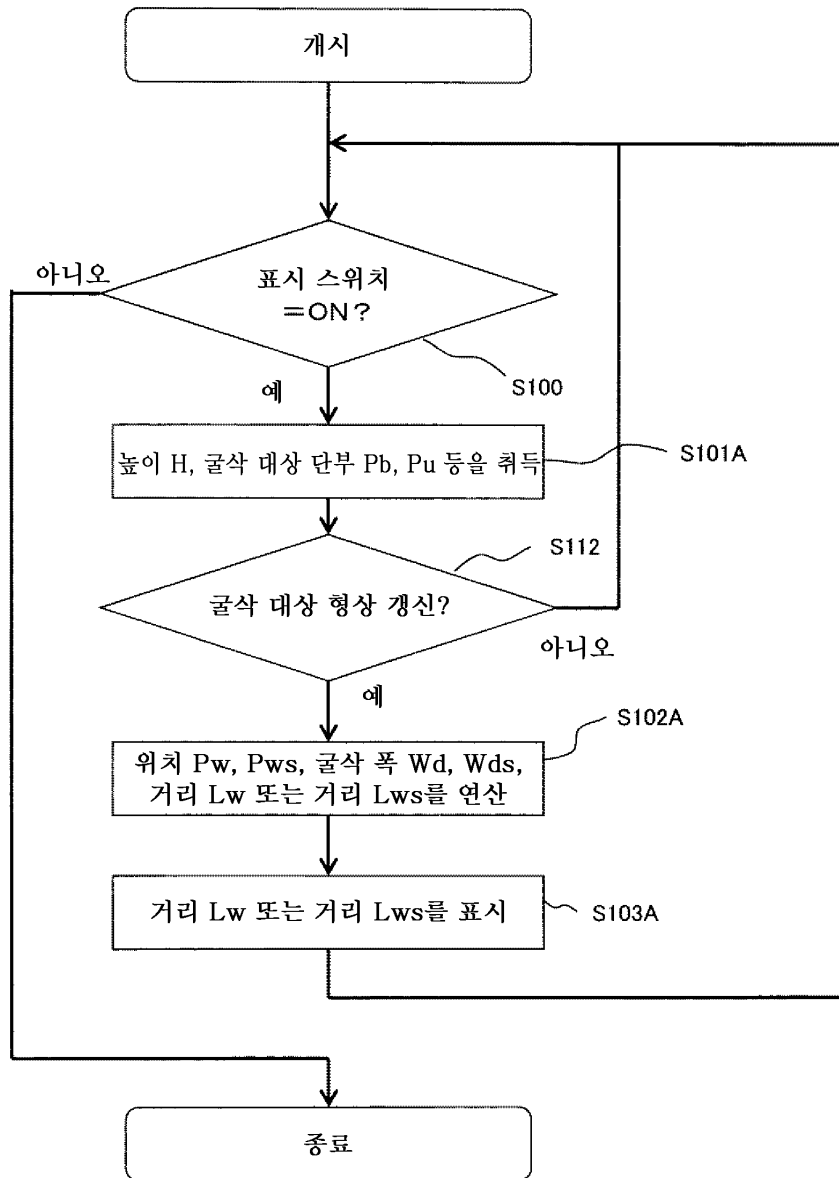
도면13



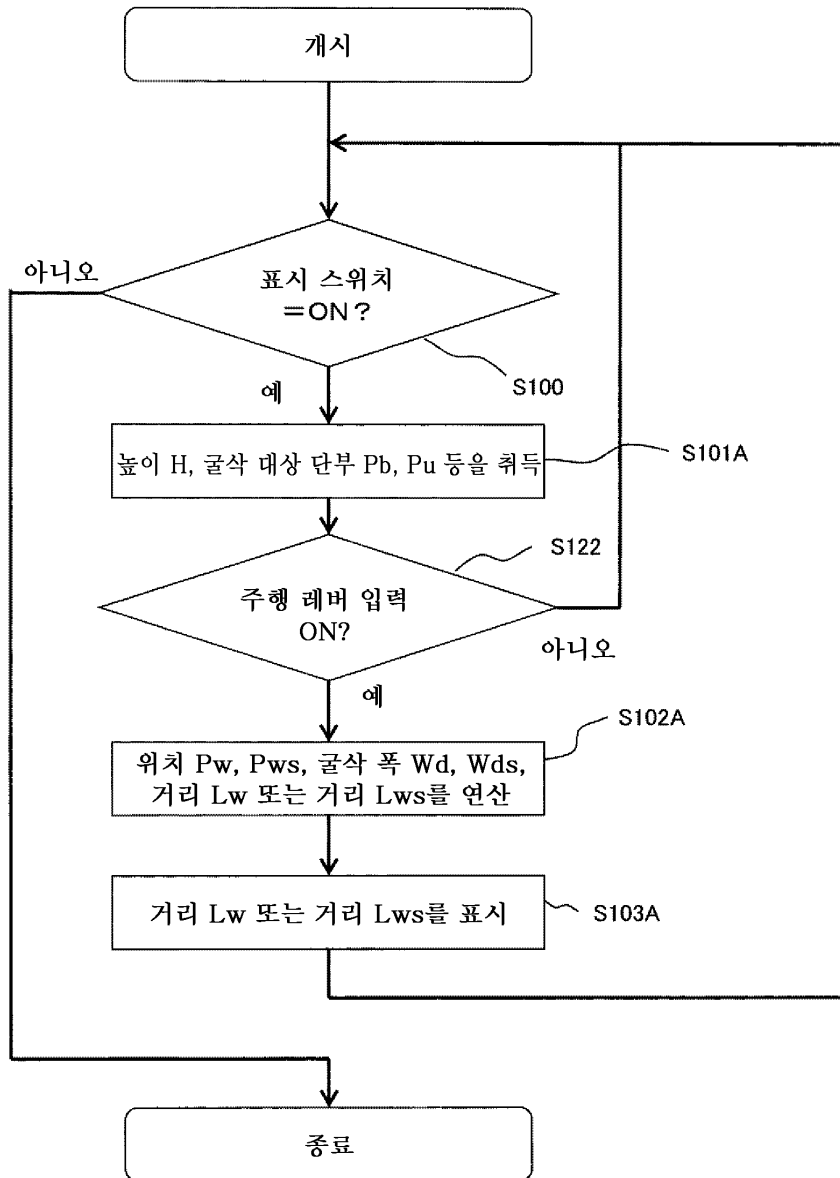
도면14



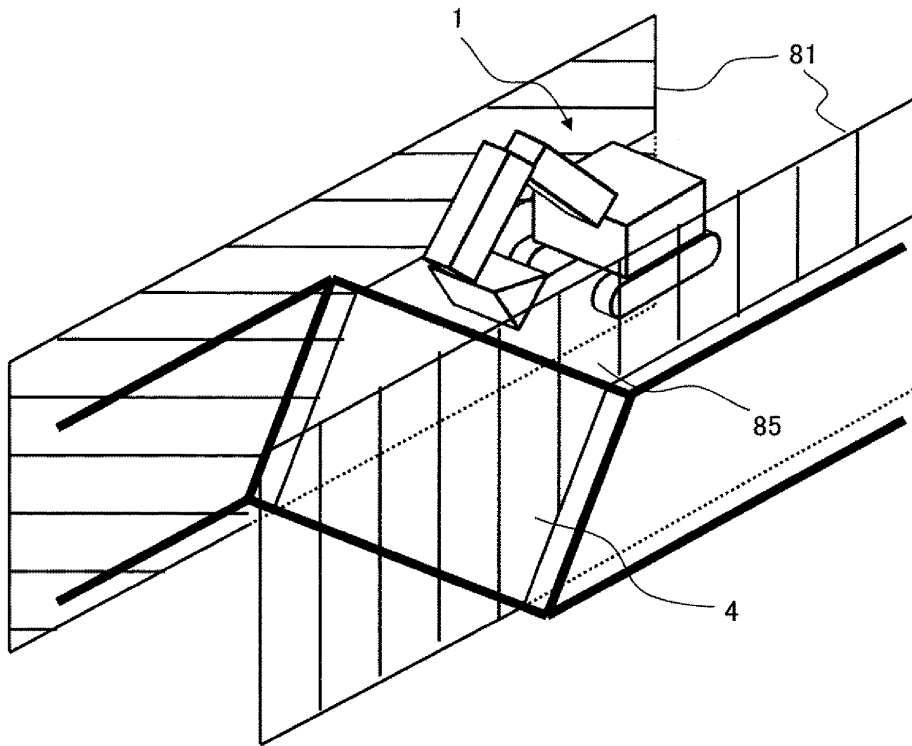
도면15



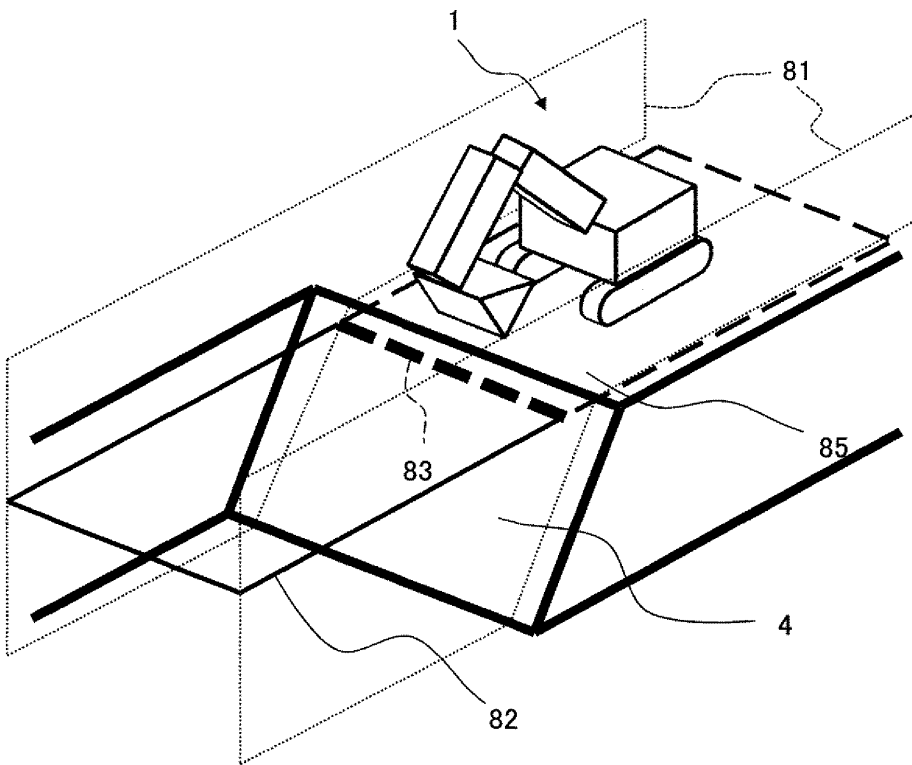
도면16



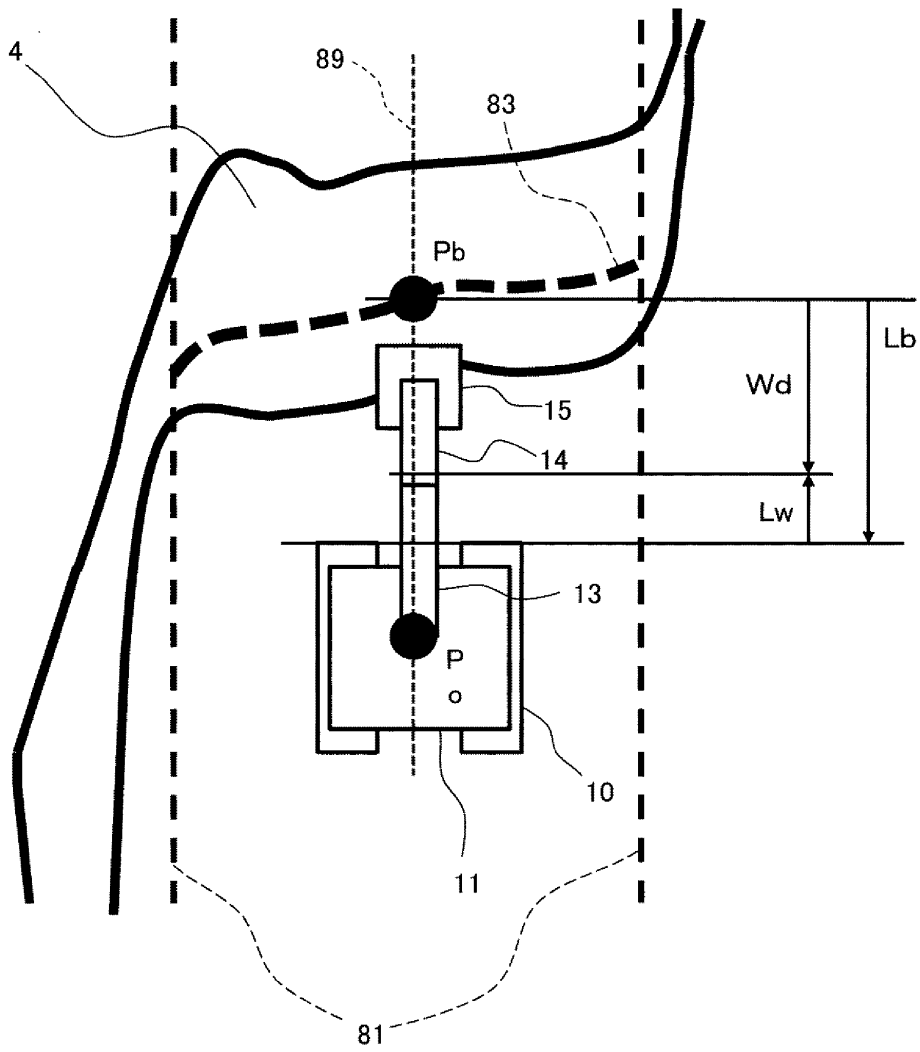
도면17



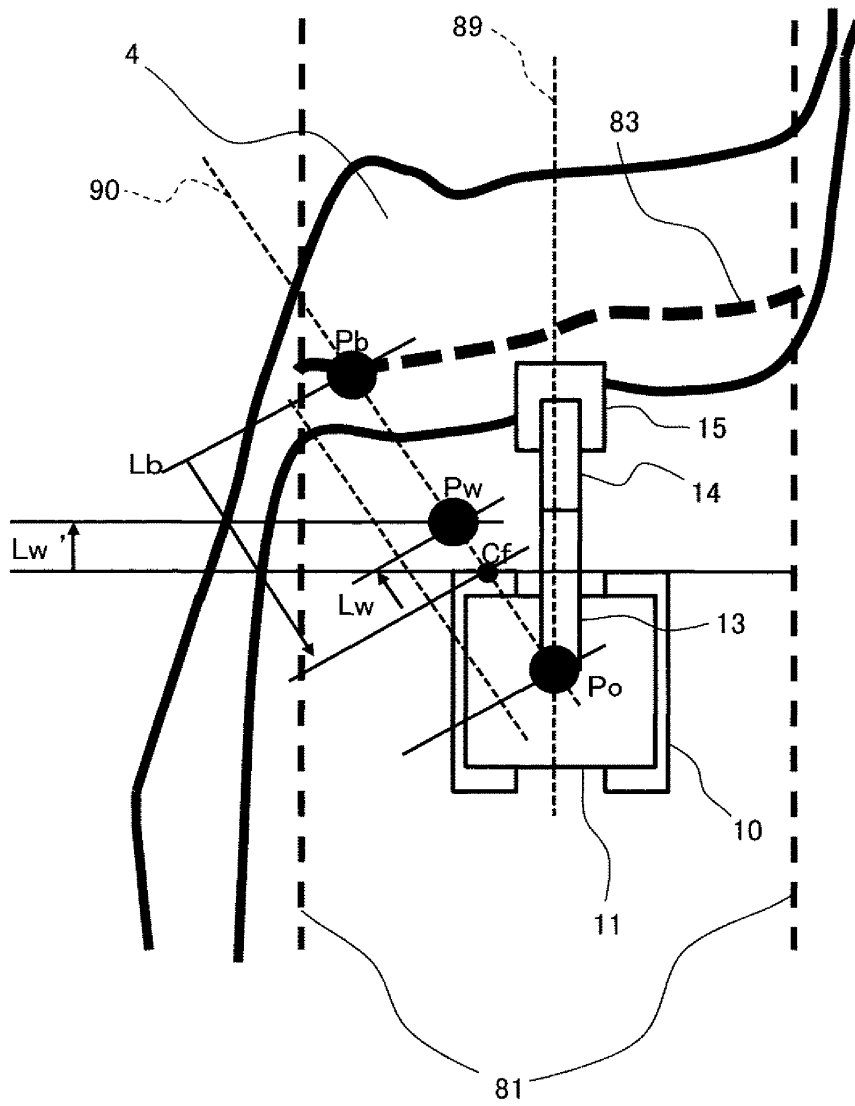
도면18



도면19



도면20



도면21

