



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0009148
(43) 공개일자 2014년01월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02F 9/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7009804
(22) 출원일자(국제) 2010년10월22일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년04월17일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/068718
(87) 국제공개번호 WO 2012/053105
국제공개일자 2012년04월26일

(71) 출원인
히다치 갱키 가부시키 가이샤
일본국 도쿄도 분쿄구 고라쿠 2초메 5-1
(72) 발명자
오누마 치에코
일본국 이바라키켄 히타치시 오미카쵸 7-1-1, 가부시키가이샤 히다치세이사꾸쇼 히다치갱큐쇼 내
유미바 료
일본국 이바라키켄 히타치시 오미카쵸 7-1-1, 가부시키가이샤 히다치세이사꾸쇼 히다치갱큐쇼 내
이시모토 히데후미
일본국 이바라키켄 츠치우라시 간다츠마치 650, 히다치 갱키 가부시키가이샤 츠치우라 공장 지적재산부 내
(74) 대리인
특허법인화우

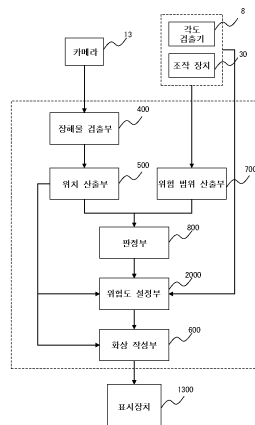
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **작업 기계의 주변 감시 장치**

(57) 요약

카메라(13)로 촬영한 화상을 이용하여 작업 기계 주위의 장애물을 검출하는 장애물 검출부(400)와, 검출된 장애물의 위치를 산출하는 위치 산출부(500)와, 작업 기계의 자세 및 동작에 기초하여 위험 범위를 산출하는 위험 범위 산출부(700)와, 산출한 위험 범위 내에 장애물이 존재하는지의 여부를 판정하는 판정부(800)와, 위험 범위 내의 장애물에 대하여 접촉 위험도를 설정하는 위험도 설정부(2000)와, 카메라 화상을 작업 기계를 중심으로 하는 부감 화상으로 변환하고, 위험도 설정부에서 가장 높은 접촉 위험도가 설정된 장애물의 상방으로부터 당해 부감 화상을 부감함으로써, 당해 부감 화상 상에 있어서의 작업 기계와 위험 범위의 전부를 포함하는 화상을 작성하는 화상 작성부(600)와, 당해 작성한 화상을 표시하는 표시장치(1300)를 구비한다. 이것에 의해, 가장 위험한 장애물의 작업 기계에 대한 위치가 오퍼레이터에게 즉시 파악되므로, 작업 기계에 의한 작업 효율이 향상된다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

작업 기계 주변의 화상을 촬영하는 촬영 수단과,

당해 촬영한 화상을 이용하여 상기 작업 기계 주변의 장애물의 존재를 검출하는 장애물 검출 수단과,

당해 검출된 장애물의 작업기에 대한 상대 위치를 산출하는 위치 산출 수단과,

상기 작업 기계의 자세 및 동작 중 적어도 하나에 기초하여, 상기 작업 기계의 주위에 있어서의 위험 범위를 산출하는 위험 범위 산출 수단과,

상기 산출한 위험 범위 내에 장애물이 존재하는지의 여부를 상기 산출한 장애물의 위치에 기초하여 판정하는 판정 수단과,

상기 판정 수단에서 상기 위험 범위 내에 존재한다고 판정된 장애물에 대하여, 상기 촬영된 화상으로부터 얻어지는 당해 장애물의 종별, 위치 및 높이 중 적어도 하나에 기초하여 접촉 위험도를 설정하는 위험도 설정 수단과,

상기 촬영된 화상을 상기 작업 기계를 중심으로 하는 부감 화상으로 변환하고, 상기 위험도 설정 수단에서 가장 높은 접촉 위험도가 설정된 장애물의 상방으로부터 당해 부감 화상을 부감함으로써, 당해 부감 화상 상에 있어서의 상기 작업 기계와 상기 위험 범위의 전부를 포함하는 화상을 작성하는 화상 작성 수단과,

당해 작성한 화상을 표시하는 표시 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 작업 기계의 주변 감시 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 위험도 설정 수단은, 또한, 상기 작업 기계의 자세 및 동작 중 적어도 하나에 기초하여 접촉 위험도를 설정하는 것을 특징으로 하는 작업 기계의 주변 감시 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 작업 기계는, 주행체와, 당해 주행체의 상부에 선회 가능하게 장착된 선회체와, 당해 선회체에 장착된 프런트 작업 장치를 구비하고,

상기 위험도 설정 수단은, 또한, 동일한 종별의 장애물 중에서, 상기 선회 방향에 있어서 상기 프런트 작업 장치에 가장 가까운 위치에 존재하는 장애물에 가장 높은 접촉 위험도를 설정하는 것을 특징으로 하는 작업 기계의 주변 감시 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화상 작성 수단은, 상기 작성한 화상에 있어서, 상기 위험도 설정 수단에서 가장 높은 접촉 위험도가 설정된 상기 장애물의 위에 경고 표시를 중첩적으로 묘화하는 것을 특징으로 하는 작업 기계의 주변 감시 장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화상 작성 수단은, 상기 위험도 설정 수단에서 가장 높은 접촉 위험도가 설정된 상기 장애물의 종별이 사람인 경우에는, 상기 작성한 화상에 있어서, 당해 장애물의 위에 사람을 나타내는 화상을 중첩적으로 묘화하는 것을 특징으로 하는 작업 기계의 주변 감시 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 작업 기계 주위의 장애물을 감시하는 주변 감시 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 유압 셔블 등의 작업 기계의 주변 감시 장치는, 작업 기계의 주변을 카메라 등으로 감시하고, 작업 시에 작업 기계의 주위에 존재하는 사람 및 물건(장애물)과의 접촉을 방지하기 위한 것이다. 이 종류의 기술에는, 오퍼레이터가 작업 기계와 주위의 장애물의 위치 관계를 용이하게 파악하는 것을 도모한 기술로서, 작업 시의 작업 기계의 자세 및 그 작업 범위를 묘화한 화상과, 카메라로 촬영한 작업 기계 주변의 화상을 작업 기계의 상방 시점으로부터의 부감(俯瞰) 화상으로 변환한 화상과, 카메라 등의 검출 수단으로 적절히 검출한 장애물을 묘화한 화상을, 표시 장치에 중첩적으로 표시하는 기술이 있다(일본 특허 공개 제2008-248613호 공보 등 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2008-248613호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 상기 문헌에 관련된 기술은, 표시 장치에 중첩적으로 표시되는 화상을 오퍼레이터가 봄으로써 장애물의 유무 및 작업 기계와 장애물의 위치 관계를 용이하게 파악할 수 있는 점에서 우수하다. 그런데, 복수의 장애물이 작업 기계의 주위에 표시된 경우에는, 그 중의 어느 장애물이 접촉의 가능성이 가장 높은지를 판단할 필요가 생기는 경우도 있다. 이러한 경우에는, 오퍼레이터 자신이 그 판단을 행해야 하며, 그 판단 작업이 필연적으로 통상 작업(굴삭 작업)의 사이에 개입하게 된다. 따라서, 이러한 상황에서 작업 기계가 이용되는 것을 상정하면, 상기 기술은 작업 기계에 의한 작업 효율을 향상시키는 관점에서 개선할 여지가 있다.

[0005] 본 발명의 목적은, 가장 위험한 장애물의 작업 기계에 대한 위치를 즉시 파악할 수 있는 작업 기계의 주변 감시 장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은, 상기 목적을 달성하기 위하여, 작업 기계 주변의 화상을 촬영하는 촬영 수단과, 당해 촬영한 화상을 이용하여 상기 작업 기계 주변의 장애물의 존재를 검출하는 장애물 검출 수단과, 당해 검출된 장애물의 작업 기계에 대한 상대 위치를 산출하는 위치 산출 수단과, 상기 작업 기계의 자세 및 동작 중 적어도 하나에 기초하여, 상기 작업 기계의 주위에 있어서의 위험 범위를 산출하는 위험 범위 산출 수단과, 상기 산출한 위험 범위 내에 장애물이 존재하는지의 여부를 상기 산출한 장애물의 위치에 기초하여 판정하는 판정 수단과, 상기 판정 수단에서 상기 위험 범위 내에 존재한다고 판정된 장애물에 대하여, 상기 촬영된 화상으로부터 얻어지는 당해 장애물의 중별, 위치 및 높이 중 적어도 하나에 기초하여 접촉 위험도를 설정하는 위험도 설정 수단과, 상기 촬영된 화상을 상기 작업 기계를 중심으로 하는 부감 화상으로 변환하고, 상기 위험도 설정 수단에서 가장 높은 접촉 위험도가 설정된 장애물의 상방으로부터 당해 부감 화상을 부감함으로써, 당해 부감 화상 상에 있어서의 상기 작업 기계와 상기 위험 범위의 진부를 포함하는 화상을 작성하는 화상 작성 수단과, 당해 작성한 화상을 표시하는 표시 수단을 구비하는 것으로 한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 의하면, 가장 위험한 장애물의 작업 기계에 대한 위치가 오퍼레이터에게 즉시 파악되므로, 작업 기계에 의한 작업 효율이 향상된다.

도면의 간단한 설명

[0008]

- 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관련된 작업 기계의 일레인 유압 서블의 외관도.
- 도 2는 본 발명의 실시 형태에 관련된 작업 기계의 주변 감시 장치의 전체 구성도.
- 도 3은 본 발명의 실시 형태에 있어서의 화상 작성부(600)의 구성도.
- 도 4는 장애물 검출부(400)에서 이용되는 장애물의 존재를 검출하는 장치로서, 카메라(13a)를 사용한 경우와, 밀리미터파 레이더(14a)를 사용한 경우의 검지 범위의 설명도.
- 도 5는 본 발명의 실시 형태에 관련된 유압 서블의 주위에 있어서의 장애물(사람/물건)과 유압 서블의 위치 관계를 나타내는 설명도.
- 도 6은 본 발명의 실시 형태에 관련된 장애물 검출부(400)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트.
- 도 7은 본 발명의 실시 형태에 관련된 위치 산출부(500)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트.
- 도 8은 S520에 있어서 장애물과 카메라(13)의 거리를 산출할 때의 플로우 차트.
- 도 9는 본 발명의 실시 형태에 관련된 위험 범위 산출부(700)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트.
- 도 10은 상부 선회체(1d)가 우선회한 경우에 있어서의 위험 범위의 산출예의 설명도.
- 도 11은 상부 선회체(1d)가 좌선회한 경우에 있어서의 위험 범위의 산출예의 설명도.
- 도 12는 하부 주행체(1e)가 후진한 경우에 있어서의 위험 범위의 산출예의 설명도.
- 도 13은 본 발명의 실시 형태에 관련된 판정부 800로 행하여지는 처리의 플로우 차트.
- 도 14는 본 발명의 실시 형태에 관련된 위험도 설정부(2000)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트.
- 도 15는 위험도 설정부(2000)에 있어서 행하여지는 위험도 설정 처리에 관한 제1 설명도.
- 도 16은 위험도 설정부(2000)에 있어서 행하여지는 위험도 설정 처리에 관한 제2 설명도.
- 도 17은 위험도 설정부(2000)에 있어서 행하여지는 위험도 설정 처리에 관한 제3 설명도.
- 도 18은 화상 작성부(600)에 있어서의 부감 화상 작성부(610)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트.
- 도 19는 화상 작성부(600)에 있어서의 부감 시점 결정부(2100)[부감 위치 결정부(2130) 및 부감 높이 결정부(2140)]에서 행하여지는 처리의 플로우 차트.
- 도 20은 부감 시점 결정부(2100)에 있어서의 부감 시점을 결정하는 예의 개념도.
- 도 21은 화상 작성부(600)에 있어서의 감시 화상 작성부(62)가 작성하는 감시 화상의 제1 예를 나타내는 도면.
- 도 22는 화상 작성부(600)에 있어서의 감시 화상 작성부(620)가 작성하는 감시 화상의 제2 예를 나타내는 도면.
- 도 23은 화상 작성부(600)에 있어서의 감시 화상 작성부(620)가 작성하는 감시 화상의 제3 예를 나타내는 도면.
- 도 24는 화상 작성부(600)에 있어서의 감시 화상 작성부(620)가 작성하는 감시 화상의 제4 예를 나타내는 도면.
- 도 25는 화상 작성부(600)에 있어서의 감시 화상 작성부(620)가 작성하는 감시 화상의 제5 예를 나타내는 도면.
- 도 26은 화상 작성부(600)에 있어서의 감시 화상 작성부(620)가 작성하는 감시 화상의 제6 예를 나타내는 도면.
- 도 27은 본 발명의 실시 형태에 있어서의 표시 장치(1300)의 표시 화면의 예를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009]

이하, 본 발명의 실시 형태를 도면을 사용하여 설명한다. 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관련된 작업 기계의 일레인 유압 서블의 외관도이다. 이 도면에 나타내는 유압 서블은, 수직 방향으로 각각 회전 운동하는 붐(1a), 아암(1b) 및 버킷(1c)으로 이루어지는 다관절형의 프론트 작업 장치(1A)와, 상부 선회체(1d) 및 하부 주행체(1e)로 이루어지는 차체(1B)와, 운전실(1f) 내에 설치된 표시 장치(1300)를 구비하고 있다.

[0010]

운전실(1f)은 상부 선회체(1d)에 구비되어 있다. 프론트 작업 장치(1A)의 붐(1a)의 기단(基端)은 상부 선회체(1d)의 전부에 지지되어 있다. 붐(1a), 아암(1b), 버킷(1c), 상부 선회체(1d) 및 하부 주행체(1e)는, 각각, 붐 실린더(3a), 아암 실린더(3b), 버킷 실린더(3c), 선회 모터(도시 생략) 및 좌우의 주행 모터(3e, 3f)(도시

생략)의 각 액추에이터에 의해 각각 구동된다. 또, 붐(1a), 아암(1b), 버킷(1c) 및 상부 선회체(1d)는, 각각의 회전 운동각(θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4)을 검출하는 각도 검출기(8a, 8b, 8c, 8d)를 구비하고 있다.

- [0011] 상부 선회체(1d)에는, 유압 서블 주위의 화상을 촬영하는 후방 카메라(13a), 우측방 카메라(13b) 및 좌측방(13c)(촬영 수단)이 설치되어 있다. 후방 카메라(13a)는, 상부 선회체(1d)의 후방의 화상을 촬영하기 위한 것으로, 상부 선회체(1d)의 후방에 설치되어 있다. 우측방 카메라(13b)는, 상부 선회체(1d)의 우측방의 화상을 촬영하기 위한 것으로, 상부 선회체(1d)의 우측방에 설치되어 있다. 좌측방 카메라(13c)는, 상부 선회체(1d)의 좌측방의 화상을 촬영하기 위한 것으로, 상부 선회체(1d)의 좌측방에 설치되어 있다.
- [0012] 도 2는 본 발명의 실시 형태에 관련된 작업 기계의 주변 감시 장치의 전체 구성도이다. 또한, 앞의 도면과 동일한 부분에는 동일 부호를 붙이고 설명은 생략한다(나중의 도면도 마찬가지로 한다). 이 도면에 나타내는 주변 감시 장치는, 카메라(13a, 13b, 13c)와, 장애물 검출부(400)와, 위치 산출부(500)와, 위험 범위 산출부(700)와, 판정부(800)와, 위험도 설정부(2000)와, 화상 작성부(600)와, 표시 장치(1300)와, 각 부가 행하는 처리를 실행하는 CPU 등의 처리 장치(도시 생략)와, 각 부에서 행하여지는 처리 내용이나 처리 결과가 기억되는 메모리 등의 기억 장치(도시 생략)를 구비하고 있다.
- [0013] 장애물 검출부(400)는, 카메라(13a, 13b, 13c)로 촬영한 화상을 이용하여 유압 서블 주변의 장애물의 존재를 검출하는 부분이며, 위치 산출부(500)는, 장애물 검출부(400)에서 검출된 장애물의 유압 서블에 대한 상대 위치를 산출하는 부분이다.
- [0014] 위험 범위 산출부(700)는, 유압 서블의 자세 및 동작 중 적어도 하나에 기초하여, 유압 서블의 주위에 있어서의 위험 범위를 산출하는 부분이다. 여기서, 유압 서블의 자세[상부 선회체(1d)의 선회 각도 및 프론트 작업 장치(1A)의 자세 등]는, 각도 검출기(8a, 8b, 8c, 8d)에 의해 검출된 검출 각도(θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4)로부터 산출할 수 있다. 또, 유압 서블의 동작은, 운전실(1f) 내에 설치된 조작 장치(조작 레버)(30)로부터 붐 실린더(3a), 아암 실린더(3b), 버킷 실린더(3c), 선회 모터(도시 생략) 및 좌우의 주행 모터(3e, 3f)에 출력되는 조작 신호(유압 신호 또는 전기 신호)나, 각 각도 검출기(8a, 8b, 8c, 8d)에 의한 검출 각도(θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4)의 시간 변화로부터 산출할 수 있다.
- [0015] 판정부(800)는, 위험 범위 산출부(700)에서 산출된 위험 범위 내에 장애물이 존재하는지의 여부를 위치 산출부(500)에서 산출된 장애물의 위치에 기초하여 판정하는 부분이다. 여기서, 「위험 범위 내」란 위험 범위의 내측(유압 서블 측)과 위험 범위 상의 영역을 나타내는 것으로 하고, 「위험 범위 외」란 위험 범위 상을 제외하는 위험 범위의 외측의 영역을 나타내는 것으로 한다.
- [0016] 위험도 설정 수단(2000)은, 판정부(800)에서 위험 범위 내에 존재한다고 판정된 장애물에 대하여, 카메라(13a, 13b, 13c)에서 촬영된 화상으로부터 얻어지는 당해 장애물의 종별(사람/물건), 위치 및 높이 중 적어도 하나에 기초하여 접촉 위험도(간단히 위험도라고 칭하는 경우도 있다)를 설정하는 부분이다.
- [0017] 화상 작성부(600)는, 카메라(13a, 13b, 13c)에서 촬영된 화상을 유압 서블을 중심으로 하는 부감 화상으로 변환하여, 위험도 설정부(2000)에서 가장 높은 접촉 위험도가 설정된 장애물의 상방으로부터 당해 부감 화상을 부감한 화상(감시 화상)을 작성하는 부분이다. 화상 작성부(600)에 의해 작성되는 감시 화상에는, 부감 화상 상에 있어서의 유압 서블과 위험 범위 산출부(700)에서 산출된 위험 범위의 전부가 포함된다.
- [0018] 도 3은 본 발명의 실시 형태에 있어서의 화상 작성부(600)의 구성도이다. 이 도면에 나타내는 바와 같이, 화상 작성부(600)는, 부감 화상 작성부(610)와, 부감 시점 결정부(2100)와, 감시 화상 작성부(620)를 구비하고 있다.
- [0019] 부감 화상 작성부(610)는, 카메라(13a, 13b, 13c)에서 촬영된 화상을 유압 서블을 중심으로 하는 부감 화상으로 변환하는 부분이다. 여기서, 부감 화상이란, 유압 서블을 중심으로 한 작업지를 당해 유압 서블의 바로 위의 위치로부터 보았을 때 얻어지는 평면도에 상당하는 화상을 나타내고, 본 실시 형태에서는 3개의 카메라(13a, 13b, 13c)의 화상을 변환 및 합성함으로써 작성된다. 카메라로 촬영한 화상을 부감 화상으로 변환하는 방법은, 예를 들면, 후술하는 방법이나, 일본 특허 공개 제2006-48451호 공보에 기재되어 있는 방법 등이 이용 가능하다.
- [0020] 부감 시점 결정부(2100)는, 부감 화상 작성부(610)에서 작성한 부감 화상을 가상 카메라(도시 생략)로 부감하는 시점(부감 시점)을 결정하는 부분이며, 부감 위치 결정부(2130)와, 부감 높이 결정부(2140)를 구비하고 있다. 부감 위치 결정부(2130)는, 부감 시점의 수평면 상의 위치를 결정하는 부분이며, 본 실시 형태에서는, 위험도 설정부(2000)에서 가장 높은 접촉 위험도가 설정된 장애물의 수평면 위치를 부감 위치로 한다. 부감 높이 결정부(2140)는, 부감 시점의 높이 위치를 결정하는 부분이며, 본 실시 형태에서는, 가상 카메라에 촬영되는 화상

내에 적어도 유압 셔블과 위험 범위 산출부(700)에서 산출된 위험 범위가 포함되도록 부감 높이를 결정하고 있다. 또한, 이와 같이 부감 높이(가상 카메라의 높이)를 조절하는 대신 또는 함께, 가상 카메라의 화상에 유압 셔블과 위험 범위가 포함되도록 당해 가상 카메라의 초점 거리[화각(畫角)]를 조절해도 된다.

[0021] 감시 화상 작성부(620)는, 부감 화상 작성부(610)에서 작성된 부감 화상을 부감 시점 결정부(2100)에서 결정된 부감 시점으로부터 가상 카메라로 촬영함으로써 감시 화상을 작성하는 부분이다. 감시 화상 작성부(620)는, 작성한 감시 화상 상에 적절히 필요한 화상을 합성하여 표시하는 처리도 행한다. 예를 들면, 감시 화상은, 유압 셔블에 대한 장애물의 위치 관계가 오퍼레이터에 용이하게 파악되도록, 부감 화상의 중심에 유압 셔블을 모방한 도형(모의 작업 기계도)을 표시하는 것이 바람직하다. 모의 작업 기계도를 표시하는 방법으로서, 부감 화상의 중앙에 유압 셔블의 일러스트나 3차원 모델을 표시하는 경우가 있다. 또한, 그때, 오퍼레이터에 의한 상황 파악을 더욱 쉽게 하기 위하여, 당해 모의 작업 기계도에 실제의 유압 셔블의 자세나 동작을 반영시키는 것이 바람직하다.

[0022] 또한, 오퍼레이터의 시인성을 향상시키기 위하여, 가장 접촉 위험도가 높은 장애물이 사람인 경우에는, 당해 장애물의 위에 경고 표시를 중첩적으로 묘화하는 것이 바람직하다. 경고 표시로서는, 예를 들면, 도형(별모양의 도형 등)이나 문자(「위험」 등)가 있고, 이들에 대하여 감시 화상 중에 있어서 눈에 띄는 채색을 실시하는 것이 바람직하다. 또, 부감 화상으로 변환하면 화상이 적절히 확대 축소되어 장애물의 종별이 판별되기 어려워지는 경향이 강하다. 그 때문에, 가장 접촉 위험도가 높은 장애물이 사람인 경우에는, 오퍼레이터의 시인성을 향상시키기 위하여, 당해 장애물의 위에 사람을 나타내는 화상을 중첩적으로 묘화해도 된다. 그때, 사람을 나타내는 화상으로서, 예를 들면, 사람의 일러스트나 사진 등이 있다. 또한, 이들에 대해서도, 감시 화상 중에 있어서 눈에 띄는 채색을 실시하는 것이 바람직하다.

[0023] 도 2로 되돌아가, 표시 장치(1300)는, 화상 작성부(600)에서 작성한 화상을 표시하는 부분이며, 도 1에 나타내는 바와 같이 운전실(1f) 내에 설치되어 있다. 또한, 표시 장치(1300)는, 유압 셔블의 운전실(1f)에 있어서 오퍼레이터(운전원)가 눈으로 확인 용이한 위치에 설치하는 것이 바람직하다.

[0024] 또한, 주변 감시 장치는, 화상 처리가 가능한 컴퓨터와 표시 장치, 또는, 화상 처리 전용 장치와 표시 장치로 구성해도 된다.

[0025] 그런데, 유압 셔블에 있어서, 장애물 검출부(400)에 있어서의 장애물 검출 성능을 향상시키는 관점에서는, 밀리미터파 레이더와 같은 거리 센서를 설치하는 대신, 상기의 카메라(13a, 13b, 13c)를 상부 선회체(1d)에 설치하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 본 실시 형태의 유압 셔블에 있어서, 도 1에 나타내는 바와 같이, 상부 선회체(1d)의 후방으로부터 장애물까지의 거리를 측정하는 밀리미터파 레이더(14a)를 후방 카메라(13a)의 하방에 설치하고, 상부 선회체(1d)의 우측방으로부터 장애물까지의 거리를 측정하는 밀리미터파 레이더(14b)를 우측방 카메라(13b)의 하방에 설치하고, 상부 선회체(1d)의 좌측방으로부터 장애물까지의 거리를 측정하는 밀리미터파 레이더(14c)를 좌측방 카메라(13c)의 하방에 설치하였다고 하고, 장애물의 검출에 카메라(13)를 사용한 경우와 밀리미터파 레이더(14)를 사용한 경우를 비교한다.

[0026] 도 4는 장애물 검출부(400)에서 이용되는 장애물의 존재를 검출하는 장치로서, 카메라(13a)를 사용한 경우와, 밀리미터파 레이더(14a)를 사용한 경우의 검지 범위의 설명도이다. 밀리미터파 레이더(14a)는, 수평 방향의 스캔(21)이 가능하며, 수직 방향의 스캔은 곤란하다. 여기서, 일반적인 유압 셔블의 하부 주행체(1e)의 높이는 1.0m 이상이기 때문에, 밀리미터파 레이더(14a)의 설치 높이는 1.0m보다 높은 위치에 설치하지 않을 수 없다. 그 때문에, 밀리미터파 레이더(14a)의 바로 아래에 설치 높이보다 낮은 장애물[예를 들면, 앉아 있는 사람(15a)(높이 0.8m 정도)]이 있는 경우에는, 당해 장애물은 밀리미터파 레이더(14a)의 사각(死角)이 되어 검지 불가능해진다. 한편, 차체(1B)의 최상부에 카메라(13a)를 그 바로 아래가 촬영 가능하도록 부각으로 설치하면, 수평 방향과 수직 방향의 촬영(20a)이 가능해지므로, 앉아 있는 사람(15a)도 촬영할 수 있고, 밀리미터파 레이더(14a)와 같은 사각은 발생하지 않는다. 따라서, 본 실시 형태와 같이 카메라(13a, 13b, 13c)를 사용하면, 장애물의 검출 성능이 향상되어 안전성도 높아진다. 또한, 카메라(13a, 13b, 13c)에 더하여, 밀리미터파 레이더(14a, 14b, 14c)를 설치하면, 검출 성능이 더욱 향상되는 것은 물론이다.

[0027] 다음으로, 상기한 바와 같이 구성되는 유압 셔블의 주변 감시 장치를 도 5에 나타내는 환경에서 동작시킨 경우에 대하여 설명한다. 도 5는 본 발명의 실시 형태에 관련된 유압 셔블의 주위에 있어서의 장애물(사람/물건)과 유압 셔블의 위치 관계를 나타내는 설명도이다. 이 도면에 있어서, 상부 선회체(1d)의 후방에는 카메라(13a)와 밀리미터파 레이더(14a)가, 우측방에는 카메라(13b)와 밀리미터파 레이더(14b)(도시 생략)가, 좌측방에는 카메라(13c)와 밀리미터파 레이더(14c)가 설치되어 있다. 또, 오퍼레이터로부터 보이기 어려운 방향인 상부 선회체

(1d)의 후방에는, 작업원(15a, 15b)과, 토낭(土囊)(16), 컬러 콘(17) 및 폴 사이드 콘(19)이 존재하고, 우측방에 작업원(15c, 15d)이 존재하며, 좌측방에 작업원(15e)이 존재하고 있다.

[0028] 도 6은 본 발명의 실시 형태에 관련된 장애물 검출부(400)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트이다. 주변 감시 장치에 있어서 주변 감시 처리가 개시되면, 장애물 검출부(400)는, 먼저, 카메라(13)가 촬영한 화상을 입력하고(S401), 직전 또는 n 프레임 전에 있어서의 카메라(13)로부터의 입력 화상이나, 장애물이 없는 상태를 별도 촬영한 화상 등을 배경 화상으로서 입력한다(S402). 그리고, S401의 입력 화상과 S402의 배경 화상을 사용하여 화소마다의 차분(差分) 화상을 작성하여(403), 그 작성한 차분 화상에 있어서 휘도가 소정의 문턱값(7~15 정도) 미만의 부분을 0으로 하고, 그 이상의 부분을 1 이상으로 하는 2치화 처리를 행하여 장애물의 변화 영역을 추출한다(S404).

[0029] 다음으로, S404에 있어서 추출한 변화 영역에 면적이 소정의 문턱값 이상의 부분이 있는지의 여부를 판정한다(S405). 여기서 이용되는 문턱값은, 카메라(13)로부터 떨어진 장애물일수록 작게 촬영되는 것을 감안하여, 카메라(13)로부터의 거리의 증가에 따라 감소하도록 설정하는 것이 바람직하다. S405에 있어서 변화 영역에 면적이 문턱값 이상의 부분이 있는 경우에는, 장애물 영역이 존재한다고 판정하여(S406) S408로 진행되고, 문턱값 미만의 부분밖에 없는 경우에는 장애물은 존재하지 않는다고 판정하여(S407) S401 이후의 처리를 반복한다.

[0030] S408에서는 장애물 영역은 복수 존재하는지의 여부를 체크한다. S408에서, 장애물 영역의 개수가 하나라고 판정된 경우에는 장애물 영역의 개수를 하나($n=1$)로 한다(S409). 그리고, k를 1로 설정하고(S411), 당해 장애물 영역에 대한 외접 직사각형의 왼쪽 위 좌표와 오른쪽 아래 좌표를 기억 장치에 저장하고(S413), S401 이후의 처리를 반복한다.

[0031] 한편, S408에 있어서 장애물 영역이 복수 존재한다고 판정된 경우에는 당해장애물 영역의 개수를 복수 개(n)로 한다(S410). 그리고, k를 1로 설정하고(S412), 1번째의 장애물 영역에 대한 외접 직사각형의 왼쪽 위 좌표와 오른쪽 아래 좌표를 기억 장치에 저장하고(S413), 모든 장애물 영역에 대하여 좌표를 저장했는지의 여부, 즉 k가 n에 도달했는지의 여부를 체크한다(S414). S414에서 k가 n에 도달하지 않은 경우에는, k를 하나 진행시켜(S415) S413으로 되돌아가고, 이후에는 장애물 영역의 개수만큼 S413→S414→S415의 처리를 반복한다. 상기의 처리에 의해, 유압 서블 주변의 장애물의 존재를 검출할 수 있다.

[0032] 도 7은 본 발명의 실시 형태에 관련된 위치 산출부(500)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트이다. 주변 감시 장치에 있어서 주변 감시 처리가 개시되면, 위치 산출부(500)는, 장애물 검출부(400)에 의해 추출된 영역(추출 영역)에 외접 직사각형이 존재하는지의 여부, 즉, 장애물 검출부(400)에 의해 기억 장치에 외접 직사각형의 좌표가 저장되어 있는지의 여부를 체크한다(S501).

[0033] S501에 있어서, 추출 영역에 외접 직사각형이 존재하는 경우에는 S502로 진행되고, 외접 직사각형이 존재하지 않는 경우에는 외접 직사각형이 존재할 때까지 계속해서 체크한다. 추출 영역에 외접 직사각형이 존재하는 경우에는, 외접 직사각형에 있어서의 하변의 중점의 좌표(화소)를, 장애물의 위치 산출 시의 기점으로 하고(S502), 당해 장애물의 카메라(13)로부터의 거리를 산출한다(S520).

[0034] 도 8은 S520에 있어서 장애물과 카메라(13)의 거리를 산출할 때의 플로우 차트이다.

[0035] 그런데, 카메라(이미지 센서)로부터의 거리를 산출하는 원리로서, 실제의 지상 3D 좌표와 카메라 화상 처리 화면 등의 카메라 화면 좌표계의 변환 모델로서 가장 일반적인 방법은 핀 홀 카메라 모델이다. 이 방법에서는, 지상 3D 좌표에 대하여 이동과 회전 변환을 행하여 카메라 3D 좌표를 산출하고, 또한, 그 산출한 카메라 3D 좌표에 투영 변환을 행함으로써 카메라 화상 2D 좌표를 산출할 수 있다. 즉, 지상 3D 좌표계와 카메라 위치 파라미터를 조합시킨 것에, 측사(側寫)각 파라미터, 부각 파라미터 및 회전각 파라미터에 관한 회전 행렬을 곱하면 카메라 3D 좌표계가 얻어진다. 그리고 당해 카메라 3D 좌표계와 스케일 파라미터를 조합시켜 사영 변환을 행하면 카메라 화면 2D 좌표계가 된다. 여기서 이용되는, 카메라 파라미터로서는, (1) 카메라 위치 파라미터(카메라 렌즈 중심 즉 시점의 지상 3D 좌표), (2) 부각 파라미터, (3) 측사각 파라미터, (4) 회전각 파라미터, (5) 스케일 파라미터가 있다. 이 중, (1) 카메라 위치 파라미터, (2) 부각 파라미터 및 (3) 측사각 파라미터는 카메라의 설치 사양 데이터로부터 계산할 수 있다. (4) 회전각 파라미터는, (2) 부각 파라미터 및 (3) 측사각 파라미터에 종속적인 파라미터이므로 변환 내부에서 산출할 수 있다. (5) 스케일 파라미터는 줌 비율에 종속되는 파라미터이다. 따라서, 각 카메라 파라미터는, 실제로 카메라를 설치한 후에 이미 알고 있는 크기의 물체를 사용하여 캘리브레이션을 행함으로써 산출할 수 있고, 이것을 사용함으로써 카메라 화상의 거리를 산출할 수 있다.

- [0036] S520에서는, 상기의 원리에 의해 지상 3D 좌표계로부터 카메라 화면 2D 좌표계로의 변환을 행하고, 장애물의 카메라(13)로부터의 거리를 산출하고 있다. 위치 산출부(500)는, 먼저, 지상 3D 좌표로부터 이동과 회전 변환을 행하여 카메라 3D 좌표 변화의 변환 행렬을 산출하고(S521), 카메라 3D 좌표로부터 투영 변환을 행하여 카메라 화면 2D 좌표 변화의 변환 행렬을 산출한다(S522). 다음으로, 단계 522에서 작성한 변환 행렬을 사용하여 카메라 화면 2D 좌표의 화상을 작성하고(S523), 카메라 내부 파라미터를 사용한 캘리브레이션에 의해, 2D 화상의 화소에 있어서의 거리를 계산한다(S524). 그리고, S502에서 결정한 장애물 영역의 기점(외접 직사각형에 있어서의 하변의 중점)으로부터 카메라(13)까지의 거리를 산출하고(S525), S503으로 진행된다.
- [0037] 도 6으로 되돌아가, S503에서는, 외접 직사각형이 카메라(13)의 근처의 영역에 위치하는지의 여부, 즉, S520에서 산출한 거리가 소정의 문턱값 이하인지 체크한다. S520에서 산출한 거리가 문턱값 이하인 경우, 외접 직사각형이 카메라(13)의 근처의 영역에 위치한다고 판정하고, 추출 영역은 장애물의 일부분인 것으로 추정하여 당해 장애물의 특징을 추출한다(S504). 구체적으로는, S506에 있어서, 당해 추출 영역에 헬멧의 특징인 원형이 존재하는지의 여부를 체크한다. S506에 있어서, 원형이 존재한다고 판정된 경우에는, 당해 추출 영역은 헬멧을 착용하고 있는 작업원(사람)이라고 결정하고(S510), 원형이 존재하지 않는다고 판정된 경우에는 당해 추출 영역은 물건이라고 결정한다(S511).
- [0038] 한편, S503에 있어서, S520에서 산출한 거리가 문턱값보다 큰 경우에는, 추출 영역에는 장애물의 전체가 촬영되어 있다고 추정하고, 당해 장애물의 특징을 추출한다(S505). 구체적으로는, S507에 있어서, 추출 영역의 종횡비는 사람이 선 상태의 것에 가깝거나, 또는, 추출 영역을 머리부, 동체부 및 하부로 3분할하여 각각의 윤곽이나 색 등을 추출하여 사람의 머리부, 동체부 및 하부의 특징이 있는지의 여부를 판정한다. 즉, 종횡비는 종장(縱長)인지 아닌지, 또는, 추출 영역의 머리부에 부채꼴의 윤곽이 나타나 있는지, 동체부 중 견부에 경사 윤곽이 동체부에 세로 윤곽이 나타나 있는지, 하부에 거꾸로 된 V자의 윤곽이나 세로 윤곽이 나타나 있는지의 여부를 체크한다. S507에 있어서, 추출 영역에 이들 특징이 복수 나타나 있는 경우에는, 당해 추출 영역은 사람이라고 결정하고(S508), 이들 특징이 하나 이하밖에 존재하지 않는 경우에는 물건이라고 결정한다(S509). S508~S511에 있어서 추출 영역의 종별(사람/물건)의 선별이 종료되면, 모든 추출 영역의 거리 산출 및 종별 결정은 종료되었는지의 여부를 체크하고(S512), 종료되지 않은 경우에는 S501로 되돌아가, S501 이후의 처리를 반복한다. 상기의 처리에 의해, 장애물 검출부(400)에서 검출된 장애물의 유압 서블에 대한 상대 위치를 산출할 수 있다. 또한, 상기에 있어서, 단계 503에서 판정한 결과에 따라, 그 후의 종별 판별 처리(S506, 507)에 있어서 상기와 다른 방법을 적용해도 된다.
- [0039] 도 9는 본 발명의 실시 형태에 관련된 위험 범위 산출부(700)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트이다. 주변 감시 장치에 있어서 주변 감시 처리가 개시되면, 위험 범위 산출부(700)는, 먼저, 붐(1a)의 회전 운동각을 검출하는 각도 검출기(8a)의 출력 θ_1 을 입력하고, 아암(1b)의 회전 운동각을 검출하는 각도 검출기(8b)의 출력 θ_2 를 입력하고, 버킷(1c)의 회전 운동각을 검출하는 각도 검출기(8c)의 출력 θ_3 을 입력하고, 상부 선회체(1d)의 회전 운동각을 검출하는 각도 검출기(8d)의 출력 θ_4 를 입력한다(S701). 다음으로, S701에 있어서의 출력 θ_1 , 출력 θ_2 , 출력 θ_3 , 출력 θ_4 로부터, 버킷(1c)의 선단 좌표와 높이를 산출하고(S702), 프론트 작업 장치(1A)의 크기(길이)와 하부 주행체(1e)로부터의 상부 선회체(1d)의 선회 방향을 산출함으로써(S703), 유압 서블의 자세를 산출한다.
- [0040] 다음으로, 위험 범위 산출부(700)는, 조작 장치(30)로부터 출력되는 조작 신호를 입력하고(S704), 입력된 조작 신호에 기초하여 유압 서블의 동작[붐(1a), 아암(1b) 및 버킷(1c)의 이동 방향, 상부 선회체(1d)의 선회 방향, 하부 주행체(1e)의 이동 방향 등]을 산출한다(S705).
- [0041] 다음으로, 위험 범위 산출부(700)는, 서블 사양 기억부(706)에 기억된 유압 서블의 사이즈[상부 선회체(1d)의 사이즈 등]를 입력하고(S707), S703에서 산출된 유압 서블의 자세 및 S705에서 산출된 유압 서블의 동작 및 S707에서 입력된 유압 서블의 사이즈에 기초하여 유압 서블의 주위에 있어서의 위험 범위를 산출한다(S708). 위험 범위의 산출이 종료되면 S701로 되돌아가, 이후의 처리를 반복한다.
- [0042] 상기의 처리에 의해 유압 서블의 주위에 있어서의 위험 범위를 산출할 수 있다. 또, 상기 S701~S708의 일련의 처리는, 유압 서블의 가동 중에 시시각각 변화하는 데이터를 입력하여 행하여지는 것이다. 그 때문에, 유압 서블의 자세 및 동작에 연동하여 위험 범위가 산출되므로, 감시 구역을 최적으로 할 수 있다. 또, 후술하는 바와 같이 위험도 설정부(2000)에서는, 장애물이 위험 범위 내에 있는지 위험 범위 외에 있는지에 따라 접촉 위험도를 변경하고 있으므로, 정말로 필요할 때에만 경고를 표시할 수 있다. 예를 들면, 위험 범위 내에 장애물이 있는 경우에 한하여 경고 표시를 하도록 하면, 유압 서블의 동작이 제한되는 장면이 억제되므로 작업 효율을 향상

시킬 수 있다. 또한, 상기에서는, 유압 서블의 상태와 위험 범위의 연동성을 향상시키는 관점으로부터, 유압 서블의 자세 및 동작의 양방에 기초하여 위험 범위를 산출하였지만, 유압 서블의 자세 및 동작의 어느 일방에 기초하여 위험 범위를 산출해도 된다. 또, 상기에 더하여, 각 각도 검출기(8)에 의한 검출 각도 θ 의 시간 변화, 즉 이동 속도를 감안하여 위험 범위를 산출해도 된다.

[0043] 도 10 내지 도 12는 위험 범위 산출부(700)에서 산출되는 위험 범위의 예를 나타낸다. 여기서는, 편의상, 후방 카메라(13a), 우측방 카메라(13b), 좌측방 카메라(13c)가 촬영한 화상을 변환하여 얻은 부감 화상(후술)을 유압 서블의 바로 위로부터 보았을 때의 화상(911)을 이용하여 설명한다.

[0044] 도 10은 상부 선회체(1d)가 우선회한 경우에 있어서의 위험 범위의 산출예의 설명도이다. 지금, 상부 선회체(1d)(유압 서블)이 우선회(912) 하면, 이에 연동하여 프론트 작업 장치(1A)도 우측 방향으로 이동한다. 위험 범위 산출부(700)는, 이 동작 상태에 기초하여 유압 서블 주위의 위험 범위를 산출한다. 구체적으로는, 유압 서블의 동작에 연동하며, 선회 방향인 우측 방향의 범위가 넓고, 선회 방향과 다른 후방이나 좌측 방향의 범위가 좁은 위험 범위(913)가 산출된다. 이와 같이 위험 범위는 유압 서블의 동작과 연동하여 산출되기 때문에, 주변 감시 장치에 의한 감시 구역이 최적이 된다.

[0045] 도 11은 상부 선회체(1d)가 좌선회한 경우에 있어서의 위험 범위의 산출예의 설명도이다. 상부 선회체(1d)가 좌선회(915)하면, 이에 연동하여 프론트 작업 장치(1A)도 좌측 방향으로 이동한다. 위험 범위 산출부(700)는, 이 동작 상태에 기초하여 유압 서블 주위의 위험 범위를 산출한다. 구체적으로는, 유압 서블의 동작에 연동하여, 선회 방향인 좌측 방향의 범위가 넓고, 선회 방향과 다른 후방이나 우측 방향의 범위가 좁은 위험 범위(916)가 산출된다.

[0046] 도 12는 하부 주행체(1e)가 후진한 경우에 있어서의 위험 범위의 산출예의 설명도이다. 하부 주행체(1e)가 후진(917)하면, 이에 연동하여 상부 선회체(1d)도 후진한다. 위험 범위 산출부(700)는, 단계 707에서 입력된 유압 서블의 사이즈(가로 폭) 등을 이용하여, 이 동작 상태에 기초한 위험 범위를 산출한다. 구체적으로는, 이동 방향인 유압 서블의 후방에 있어서 유압 서블의 가로 폭과 동일한 폭을 가지는 위험 범위(918)가 산출된다.

[0047] 도 13은 본 발명의 실시 형태에 관련된 판정부(800)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트이다. 주변 감시 장치에 있어서, 주변 감시 처리가 개시되면, 판정부(800)는, 위험 범위 산출부(700)가 산출한 위험 범위 내에 장애물 검출부(400)에서 검출된 장애물이 존재하는지의 여부를, 위치 산출부(500)에서 산출한 당해 장애물의 위치에 기초하여 판정한다(S801, 802). S802에 있어서, 위험 범위 내에 존재한다고 판정된 경우는 그 결과를 기억 장치에 기억하고(S803), 위험 범위 외에 존재한다고 판정된 경우에는 마찬가지로 그 결과를 기억 장치에 기억한다(S804). 이와 같이 기억된 판정 결과는, 다른 처리[예를 들면 위험도 설정부(2000)]에서 이용된다. 기억 장치로의 기록이 완료되면, 모든 장애물에 대하여 시간마다 S801의 판정을 반복하여 행한다. 이 처리에 의해 각 장애물이 위험 범위 내에 존재하는지의 여부를 판별할 수 있다.

[0048] 도 14는 본 발명의 실시 형태에 관련된 위험도 설정부(2000)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트이다. 주변 감시 장치에 있어서, 주변 감시 처리가 개시되면, 위험도 설정부(2000)는, 먼저, 판정부(800)의 판정 결과에 기초하여 위험 범위 내에 장애물이 존재하는지의 여부를 체크한다(S2051). S2051에 있어서, 위험 범위 내에 장애물이 존재하지 않는다고 판정된 경우에는 접촉 위험도를 설정하지 않고(위험도를 0으로 한다)(S2071), 처리를 종료한다. 한편, S2051에 있어서, 위험 범위 내에 장애물이 존재한다고 판정된 경우에는, S2052 이하의 처리에 있어서, 카메라(13)의 화상으로부터 얻어지는 각 장애물의 종별, 위치 및 높이에 기초하여 위험 범위 내에 존재하는 각 장애물에 대하여 접촉 위험도를 설정해 간다.

[0049] S2052에서는, 위험도 설정부(2000)는, 위험 범위 내에 존재하는 장애물 중 접촉 위험도가 설정되어 있지 않은 것에 대하여, 당해 장애물은 사람인지의 여부를 체크한다. S2052에서 장애물이 사람이 아니라고 판정한 경우에는(즉, 장애물은 물건), 당해 장애물의 높이를 소정의 높이(예를 들면 200cm)로 설정하고(S2073), S2063으로 진행된다.

[0050] 한편, S2052에서 장애물이 사람이라고 판정한 경우에는, 장애물 검출부(400)에 의해 저장된 추출 영역의 외접 직사각형의 좌측 상부 좌표와 우측 하부 좌표에 기초하여 당해 외접 직사각형의 형상이 종장인지의 여부 또는 이웃하는 2변이 동등한 길이인지의 여부를 판정한다(S2053). S2053에서 종장 또는 동등한 길이라고 판정된 경우에는, 추출 영역에는 서 있는 사람이 포함된다고 추정하여, 그 높이를 설정값(예를 들면 180cm)으로 설정하고(S2054), S2056으로 진행된다. 한편, S2053에서 종장 또는 동등한 길이가 아니라고 판정된 경우에는, 추출 영역에는 숙이고 있는 사람이 포함된다고 추정하여, 그 높이를 설정값(예를 들면 80cm)으로 설정하고(S2055),

S2056으로 진행된다.

- [0051] S2056에서는, 조작 장치의 조작 신호 또는 각도 검출기(8d)의 검출 각도 θ_4 의 시간 변화 등에 기초하여 유압 서블의 동작은 선회(우선회 및 좌선회) 또는 후진인지의 여부를 판정한다. S2056에서 선회나 후진도 하지 않는 경우에는, 접촉 위험도를 2로 설정하고(S2057), S2070으로 진행된다. 한편, S2056에 있어서, 유압 서블이 선회 또는 후진한다고 판정된 경우에는, S2058로 진행된다.
- [0052] S2058에서는, 위험 범위 내의 다른 장애물과 비교하여, 당해 장애물이 유압 서블의 동작 방향에 가장 가까운 위치에 존재하는 사람인지의 여부를 판정한다. 구체적으로는, S2058에 있어서 유압 서블이 선회한다고 판정된 경우에는, 먼저, 유압 서블의 선회 중심을 중심으로 하는 원의 반경을 0으로부터 버킷 선단에 이르기까지 서서히 크게 함으로써 복수의 동심원을 그린다. 그리고, 접촉 위험도를 설정하는 대상이 되고 있는 장애물이, 당해 복수의 동심원 상의 선회 방향에 있어서 프론트 작업 장치(1A)로부터 가장 가까운 위치에 존재하는 사람인지의 여부를 판정한다. 또, S2058에 있어서 유압 서블이 후진한다고 판정된 경우에는, 접촉 위험도를 설정하는 대상이 되어 있는 장애물이, 유압 서블의 후방에 있어서 가장 가까운 위치에 존재하는 사람인지의 여부를 판정한다. 이 S2058에 있어서, 장애물이 유압 서블의 동작 방향에 가장 가까운 사람이라고 판정된 경우에는, 접촉 위험도를 5로 설정하고(S2059), S2070으로 진행된다. 즉, S2059에서는, 위험 범위 내에 존재하는 중별이 사람인 장애물 중에서, 프론트 작업 장치(1A)의 선회 방향 또는 유압 서블의 후진 방향에 있어서 당해 프론트 작업 장치(1A) 또는 유압 서블에 가장 가까운 위치에 존재하는 사람(장애물)에 가장 높은 접촉 위험도를 설정하고 있다. 한편, S2058에 있어서, 유압 서블의 동작 방향에 가장 가까운 사람이 아니라고 판정된 경우에는, S2060으로 진행된다.
- [0053] S2060에서는, 버킷(1c)의 선단의 높이는 S2054, 2055에서 설정한 장애물의 높이 이하인지 여부를 체크한다. 버킷(1c)의 높이가 S2054, 2055의 높이 이하인 경우에는, 접촉 위험도를 4로 설정하고(S2062), S2070으로 진행된다. 한편, S2060에 있어서, 버킷(1c)의 높이가 S2054, 2055의 높이보다 높은 경우에는, 접촉 위험도를 3으로 설정하고(S2061), S2070으로 진행된다.
- [0054] S2063에서는, 조작 장치의 조작 신호 또는 각도 검출기(8d)의 검출 각도 θ_4 의 시간 변화 등에 기초하여 유압 서블의 동작이 선회(우선회 및 좌선회) 또는 후진인지의 여부를 판정한다. S2063에서 선회나 후진도 하지 않는 경우에는, 접촉 위험도를 1로 설정하고(S2064), S2070으로 진행된다. 한편, S2063에 있어서, 유압 서블이 선회 또는 후진한다고 판정된 경우에는, S2065로 진행된다.
- [0055] S2065에서는, 위험 범위 내의 다른 장애물과 비교하여, 당해 장애물이 유압 서블의 동작 방향에 가장 가까운 위치에 존재하는 물건인지의 여부를 판정한다. 그 판정의 구체적 방법은, S2058에서 설명한 것과 동일하다. S2065에 있어서, 장애물이 유압 서블의 동작 방향에 가장 가까운 물건이라고 판정된 경우에는, 접촉 위험도를 4로 설정하고(S2066), S2070으로 진행된다. 즉, S2066에서는, 위험 범위 내에 존재하는 중별이 물건인 장애물 중에서, 프론트 작업 장치(1A)의 선회 방향 또는 유압 서블의 후진 방향에 있어서 당해 프론트 작업 장치(1A) 또는 유압 서블에 가장 가까운 위치에 존재하는 물건(장애물)에 가장 높은 접촉 위험도를 설정하고 있다. 한편, S2065에 있어서, 유압 서블의 동작 방향에 가장 가까운 물건이 아니라고 판정된 경우에는, S2067로 진행된다.
- [0056] S2067에서는, 버킷(1c)의 선단의 높이는 S2073에서 설정한 장애물의 높이 이하인지의 여부를 체크한다. 버킷(1c)의 높이가 S2073의 높이 이하인 경우에는, 접촉 위험도를 3으로 설정하고(S2069), S2070으로 진행된다. 한편, S2067에 있어서, 버킷(1c)의 높이가 S2073의 높이보다 높은 경우에는, 접촉 위험도를 2로 설정하고(S2068), S2070으로 진행된다.
- [0057] S2070에서는, 위험도 설정부(2000)는, 위험 범위 내의 전체 장애물에 대하여 접촉 위험도를 설정하였는지의 여부를 체크한다. 여기서, 위험 범위 내에 아직 접촉 위험도를 설정하고 있지 않은 장애물이 존재하는 경우에는 S2052로 되돌아가고, S2052 이후의 처리를 반복한다. S2070에 있어서 전체부의 장애물에 대하여 접촉 위험도가 설정되어 있다고 판정된 경우에는 처리를 일단 종료한다. 또한, 위험 범위의 갱신이나 장애물이 새로이 검출된 경우 등에는, 적절히 상기 일련의 위험도 설정 처리를 다시 실행한다. 이 처리에 의해 위험 범위 내에 존재하는 전체 장애물에 대하여 접촉 위험도를 설정할 수 있다. 이때, 유압 서블의 선회나 후진 시에 위험 범위 내에 사람이 존재하는 경우에는, 가장 높은 접촉 위험도 (5)를 당해 사람에게 설정할 수 있다.
- [0058] 또한, 상기의 예에서는, 장애물의 중별(사람인지/물건인지)과, 위치(위험 범위 내인지/유압 서블에 가까운지)와, 높이[버킷(1c) 선단보다 낮은지]에 기초하여 접촉 위험도를 설정하였으나, 이들 중 적어도 하나에

기초하여 접촉 위험도를 각 장애물에 설정해도 된다.

- [0059] 도 15는 위험도 설정부(2000)에 있어서 행하여지는 위험도 설정 처리에 관한 제1 설명도이다. 이 도면은, 유압 서블이 우선화하고, 위험 범위(913) 내에 물건(16, 17)과, 사람(15a, 15b)이 존재하고, 위험 범위(913) 외에 물건(18)과 사람(15c)이 존재하는 경우를 나타내고, 버킷(1c)의 선단의 높이는 150cm로 한다.
- [0060] 이 도면에 나타내는 경우에는, 위험 범위(913) 외에 존재하는 물건(18)과 사람(15c)에 대해서는, S2051, 2071의 처리에 따라 접촉 위험도는 설정되지 않는다. 그리고, 버킷(1c)의 선단의 높이는 150cm이므로, 위험 범위(913) 내에 존재하는 물건(16)에 대해서는, 상부 선회체(1d)의 선회 중심(2151)으로부터의 거리가 동일한 동심원(2094)의 영역 중 프론트 작업 장치(1A)의 이동 방향에 가장 가까우므로, S2065, 2066의 처리에 따라 접촉 위험도로서 4가 설정된다. 또, 물건(17)에 대하여, S2067, 2069의 처리에 따라 접촉 위험도로서 3이 설정된다. 또한, 사람(15b)에 대해서는, 상부 선회체(1d)의 선회 중심(2151)으로부터의 거리가 동일한 동심원(2094)의 영역 중 프론트 작업 장치(1A)의 이동 방향에 가장 가까우므로, S2058, 2059의 처리에 따라 접촉 위험도로서 5가 설정되고, 사람(15c)에 대해서는, S2060, 2061의 처리에 따라 접촉 위험도로서 3이 설정된다. 즉, 이 도면 중에서 가장 접촉 위험도가 높은 것은 사람(15b)이 된다.
- [0061] 도 16은 위험도 설정부(2000)에 있어서 행하여지는 위험도 설정 처리에 관한 제2 설명도이다. 이 도면은, 유압 서블이 우선화하고, 위험 범위(913) 내에 물건(16, 17)이 존재하고, 위험 범위(913) 외에 물건(18)과 사람(15c)이 존재하는 경우를 나타내고, 버킷(1c)의 선단의 높이는 150cm로 한다.
- [0062] 이 도면에 나타내는 경우에는, 도 15의 경우와 마찬가지로, 위험 범위(913) 외에 존재하는 물건(18)과 사람(15c)에 대해서는, S2051, 2071의 처리에 따라 접촉 위험도는 설정되지 않는다. 그리고, 버킷(1c)의 선단의 높이는 150cm이므로, 위험 범위(913) 내에 존재하는 물건(16)에 대해서는, 상부 선회체(1d)의 선회 중심(2151)으로부터의 거리가 동일한 동심원(2098)의 영역 중 프론트 작업 장치(1A)의 이동 방향에 가장 가까우므로, S2065, 2066의 처리에 따라 접촉 위험도로서 4가 설정된다. 또, 물건(17)에 대해서는, S2067, 2069의 처리에 따라 접촉 위험도로서 3이 설정된다. 즉, 이 도면 중에서 가장 접촉 위험도가 높은 것은 물건(16)이 된다.
- [0063] 도 16은 위험도 설정부(2000)에 있어서 행하여지는 위험도 설정 처리에 관한 제3 설명도이다. 이 도면은, 유압 서블이 우선화하여, 위험 범위(913) 외에 물건(18)과 사람(15c)이 존재하는 경우를 나타낸다. 이 도면에 나타내는 경우에는, 모든 장애물(18, 15c)이 위험 범위(913)의 외에 존재하고 있으므로, 각 장애물에 접촉 위험도로서 0이 설정된다. 즉, 이 경우에는, 접촉 위험도가 설정되는 장애물은 존재하지 않는다.
- [0064] 다음으로, 본 발명의 실시 형태에 관련된 화상 작성부(600)에서 행하여지는 처리에 대하여 설명한다. 도 18은 화상 작성부(600)에 있어서의 부감 화상 작성부(610)에서 행하여지는 처리의 플로우 차트이다. 부감 화상 작성부(610)는, 먼저, 지상 3D 좌표를 카메라 3D 좌표로 변환하는 변환 행렬을 산출한다(S521). 그리고, 카메라 3D 좌표를 카메라 화면 2D 좌표로 변환하는 변환 행렬을 산출한다(S522). 또한, 이들 변환 행렬을 사용하여 카메라(13)의 화상으로부터 카메라 화면 2D 좌표의 화상(부감 화상)을 작성한다(S523). 그리고, S521, 522, 523의 처리를 행하여 작성한 부감 화상을, 유압 서블을 모방한 도형(모의 작업 기계도)의 주위에 배치하고, S521로 되돌아가 S521 이후의 처리를 반복한다. 본 실시 형태에서는, 후방 카메라(13a)의 부감 화상을 모의 작업 기계도의 후방에 배치하고, 우측방 카메라(13b)의 부감 화상을 모의 작업 기계도의 우측방에 배치하고, 좌측방 카메라(13c)의 부감 화상을 모의 작업 기계도의 좌측방에 배치함으로써, 유압 서블 주위의 부감 화상을 작성하고 있다.
- [0065] 도 19는 화상 작성부(600)에 있어서의 부감 시점 결정부(2100)[부감 위치 결정부(2130) 및 부감 높이 결정부(2140)]에서 행하여지는 처리의 플로우 차트이다. 부감 위치 결정부(2130)는, 위험도 설정부(2000)에서 위험 범위 내의 각 장애물에 위험도가 설정되면, 각 장애물의 접촉 위험도의 값을 체크한다(S2131). S2131에 있어서, 각 장애물의 접촉 위험도가 1~5 이외인 경우(즉 0인 경우)에는, 부감 시점의 수평면 위치를 유압 서블의 중심부로 결정하고(S2132), S2142로 진행된다. 한편, S2131에 있어서 각 장애물의 접촉 위험도에 1~5가 포함되는 경우에는, 그 중에서 가장 접촉 위험도가 높은 장애물의 수평면 위치를 부감 시점의 수평면 위치로서 결정하고(S2133), S2143으로 진행된다.
- [0066] S2142에서는, 부감 높이 결정부(2140)가, 부감 시점의 높이는, 유압 서블의 중심부(선회 중심)의 상방으로부터 유압 서블을 내려다봤을 때 위험 범위를 표시할 수 있도록 설정한 값(설정값)으로 설정하고, 당해 부감 시점의 수평 위치 및 높이 위치를 기억 장치에 저장하여 처리를 종료한다.
- [0067] 한편, S2143에서는, 유압 서블의 중심부와 S2133에서 이용한 가장 접촉 위험도가 높은 장애물의 기점(S502

참조)의 거리(절대값)를 산출하고, 그 산출값에 비례하여 부감 시점의 높이(예를 들면, 장애물 높이의 2~3배)를 산출한다(S2144). S2144에 있어서 S2143에서 산출한 값에 곱하는 비례 정수는, 가장 접촉 위험도가 높은 장애물의 상방으로부터 유압 서블의 중심부를 내려다봤을 때 위험 범위를 표시할 수 있도록 설정하면 된다. 이와 같이 부감 시점의 높이를 산출하면, S2133에서 결정한 부감 시점의 수평 위치와 S2144에서 결정한 높이 위치를 기억 장치에 저장하여 처리를 종료한다.

[0068] 상기의 처리에 의해, 접촉 위험도가 설정되어 있는 경우에는, 위험도 설정부(2000)에서 설정한 각 장애물의 접촉 위험도 중, 가장 접촉 위험도가 높은 장애물의 상방에 유압 서블 및 위험 범위를 예상하는 부감 시점이 설정되고, 또한, 접촉 위험도가 설정되어 있지 않은 경우에는, 유압 서블의 상방으로부터 유압 서블 및 위험 범위를 예상하는 부감 시점이 설정된다.

[0069] 도 20은 부감 시점 결정부(2100)에 있어서의 부감 시점을 결정하는 예의 개념도이다. 이 도면은, 사람(15d)에 가장 높은 접촉 위험도가 설정된 경우를 나타내며, 먼저, S2133에 있어서, 사람(15d)의 수평 위치(2152)가 부감 시점의 수평 위치로서 결정된다. 그리고, S2143에 있어서, 유압 서블의 중심부(2151)와 수평 위치(2152)의 차(절대값)를 산출하고, 그 산출값에 당해 산출값의 크기에 따른 비례 정수를 곱하여, 부감 시점의 높이(2153)를 결정한다. 이것에 의해, 감시 화상 작성부(620)가 감시 화상을 작성할 때의 부감 시점(가상 카메라)의 위치를 결정할 수 있다.

[0070] 도 21은 화상 작성부(600)에 있어서의 감시 화상 작성부(620)가 작성하는 감시 화상의 제1 예를 나타내는 도면이다. 이 도면에 나타내는 장면에서 유압 서블을 우선회(612) 시키면, 이에 연동하여 프론트 작업 장치(1A)도 우측 방향으로 이동한다. 이것에 의해, 위험도 설정부(2000)에 있어서, 위험 범위 내(913)에 있어서 프론트 작업 장치(1A)의 우측에 존재하는 사람(15c)의 접촉 위험도가 가장 높은 값인 5로 설정된다. 그리고, 부감 시점 결정부(2100)는 사람(15c)의 상부에 부감 시점을 결정하고, 감시 화상 작성부(620)는 당해 부감 시점으로부터 가상 카메라로 유압 서블 및 위험 범위를 보았을 때의 화상을 감시 화상(621)으로서 작성한다. 이처럼 작성된 감시 화상(621)에는, 유압 서블과 접촉 위험도가 가장 높은 장애물이 표시되게 되므로, 특별한 판단 작업을 행하지 않아도 오퍼레이터는 어느 장애물이 접촉의 가능성이 가장 높은지 및 당해 장애물은 유압 서블에 대하여 어느 위치에 존재하는지를 즉시 파악할 수 있다. 특히, 이와 같이 감시 화상을 작성하면, 유압 서블의 동작 방향(선회 방향인 우측 방향)을 크게 표시할 수 있고, 또한, 당해 동작 방향에 존재하는 가장 위험한 장애물[사람(15c)]을 크게 표시할 수 있다. 따라서, 본 실시 형태에 의하면, 가장 위험한 장애물의 유압 서블에 대한 위치가 오퍼레이터에게 즉시 파악되므로, 유압 서블에 의한 작업 효율을 향상시킬 수 있다.

[0071] 도 22는 화상 작성부(600)에 있어서의 감시 화상 작성부(620)가 작성하는 감시 화상의 제2 예를 나타내는 도면이다. 이 도면에 나타내는 장면에서 하부 주행체(1e)를 후진(617)시키면, 이에 연동하여 프론트 작업 장치(1A) 및 상부 선회체(1d)도 후진한다. 이것에 의해, 위험도 설정부(2000)에 있어서, 위험 범위 내(917)에 있어서 하부 주행체(1e)의 후방에 존재하는 사람(15a)의 접촉 위험도가 가장 높은 값인 5로 설정된다. 그리고, 부감 시점 결정부(2100)는 사람(15a)의 상부에 부감 시점을 결정하고, 감시 화상 작성부(620)는 당해 부감 시점으로부터 유압 서블 및 위험 범위를 보았을 때의 화상을 감시 화상(631)으로서 작성한다. 따라서, 이 경우에도, 가장 위험한 장애물의 유압 서블에 대한 위치가 오퍼레이터에게 즉시 파악되므로, 유압 서블에 의한 작업 효율을 향상시킬 수 있다.

[0072] 도 23은 화상 작성부(600)에 있어서의 감시 화상 작성부(620)가 작성하는 감시 화상의 제3 예를 나타내는 도면이다. 이 도면에 나타내는 바와 같이, 감시 화상 작성부(620)는, 어느 장애물이 가장 위험한지에 대한 오퍼레이터의 시인성을 향상시키기 위하여, 위험도 설정부(2000)에서 가장 높은 접촉 위험도가 설정된 장애물([사람(15c)])의 위에 경고 표시(631)를 중첩적으로 묘화하고 있다. 또한, 이 도면의 예에서는, 경고 표시로서 대략 별모양의 도형을 사람(15c)의 위에 표시하고 있다.

[0073] 또한, 이 도면의 예에서는, 버킷(1c)의 선단이 어느 정도의 높이에서 장애물과 접촉하는지와 같은 점을 감시 화상으로부터 용이하게 파악 가능하게 하기 위하여, 우선회를 속행하면 버킷(1c)의 선단이 접촉한다고 추정되는 부분에 경고 표시(631)를 중첩적으로 표시하고 있다. 즉, 도 23의 예에서는, 사람(15c)의 머리부에 경고 표시(631)가 표시되어 있다. 이와 같이 접촉 부분에 경고 표시(631)를 표시할 때에는, 위험도 설정부(2000)에서 행하여지는 처리 중 S2054, 2055, 2073에서 설정한 장애물 높이와, 각도 검출기(8a~8d)의 출력 $\theta 1 \sim \theta 4$ 를 이용하여 산출한 버킷(1c)의 선단 높이를 비교하면 된다. 그리고, 예를 들면, (1) 장애물 높이의 상반분에 버킷(1c)이 접촉할 가능성이 있다고 추정되는 경우에는 당해 장애물의 상부(사람일 때에는 머리부)에 경고 표시(631)를 표시하고, (2) 장애물 높이의 하반분에 접촉할 가능성이 있다고 추정되는 경우에는 당해 장애물의 하부

8a, 8b, 8c, 8d: 각도 검출기

13a, 13b, 13c: 카메라(이미지 센서)

14a, 14b, 14c: 밀리미터파 레이더

15a, 15b, 15c, 15d, 15e: 장애물(사람)

16, 17: 장애물(물건)

30: 조작 장치

400: 장애물 검출부

500: 위치 산출부

600: 화상 작성부

610: 부감 화상 작성부

620: 감시 화상 작성부

700: 위험 범위 산출부

800: 판정부

1300: 표시 장치

2000: 위험도 설정부

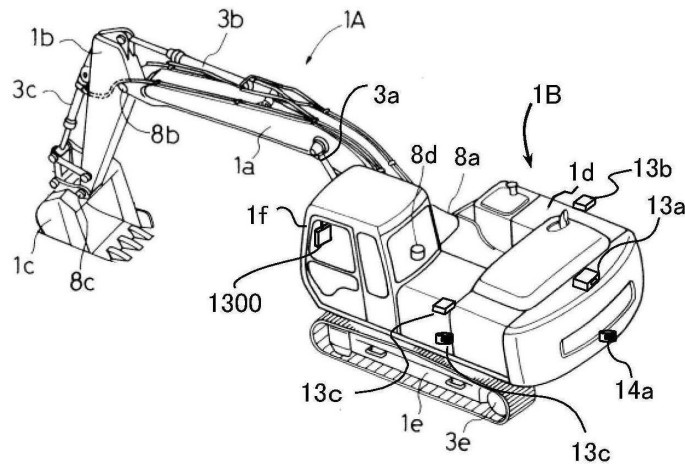
2100: 부감 시점 결정부

2130: 부감 위치 결정부

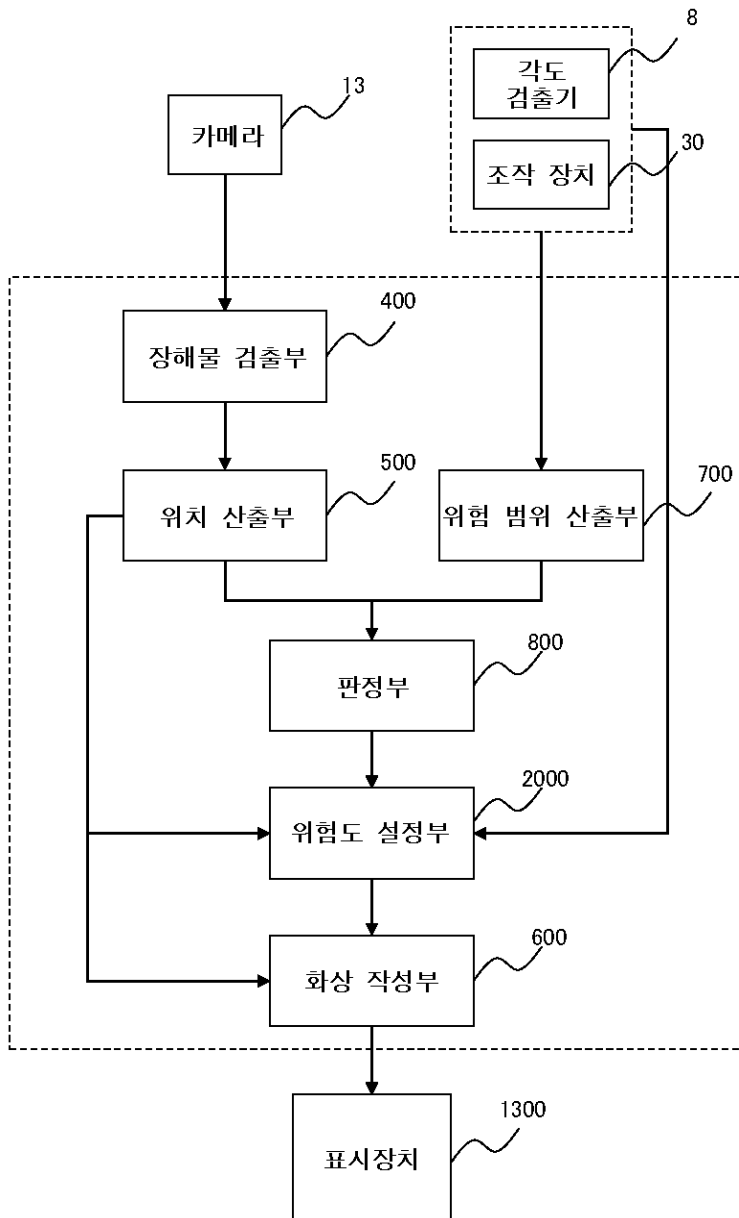
2140: 부감 높이 결정부

도면

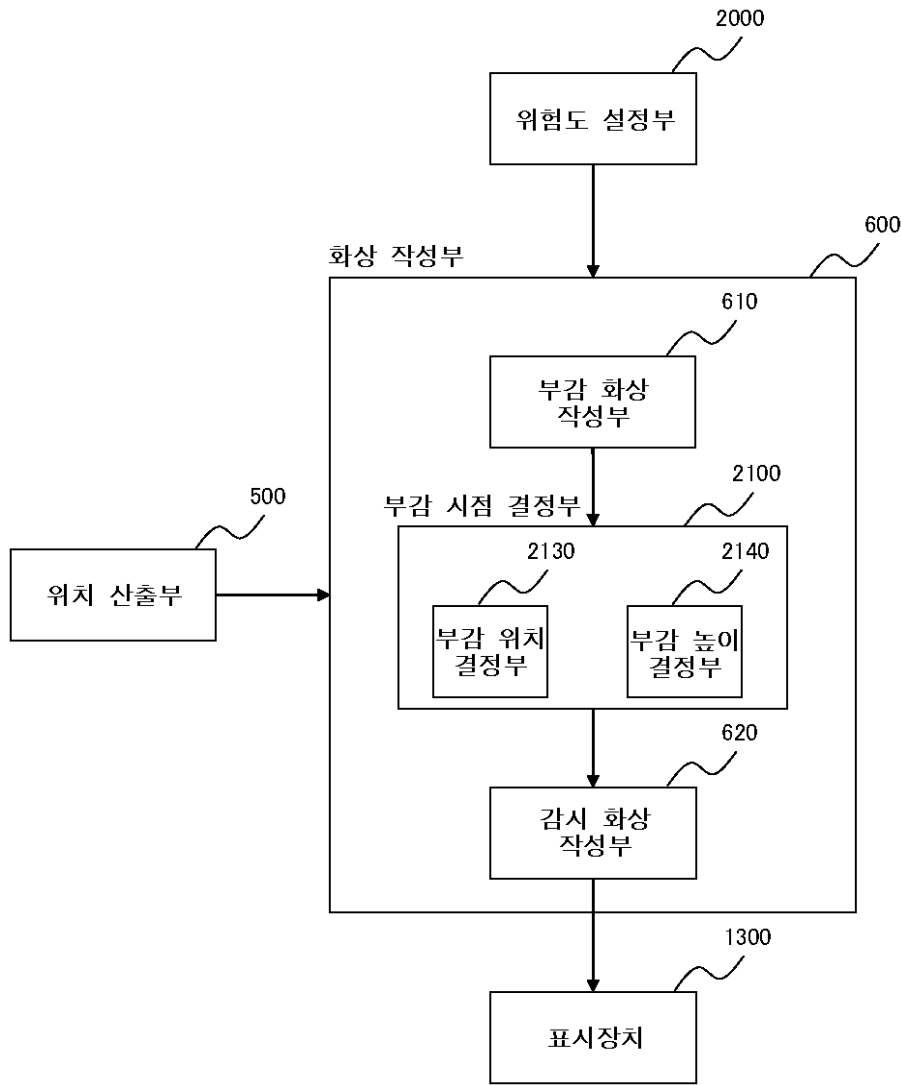
도면1



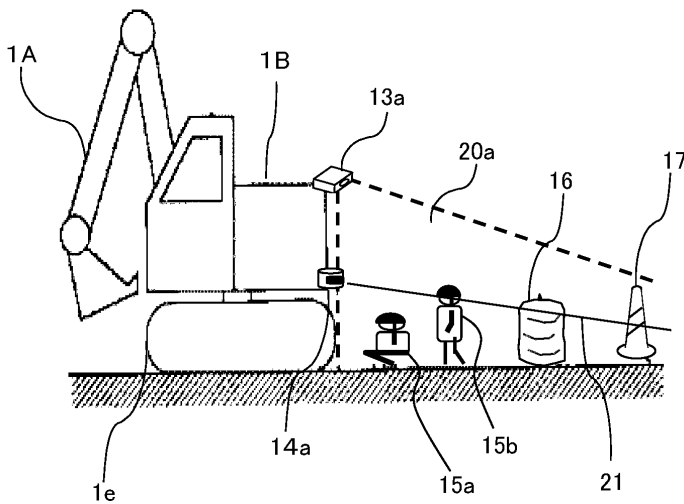
도면2



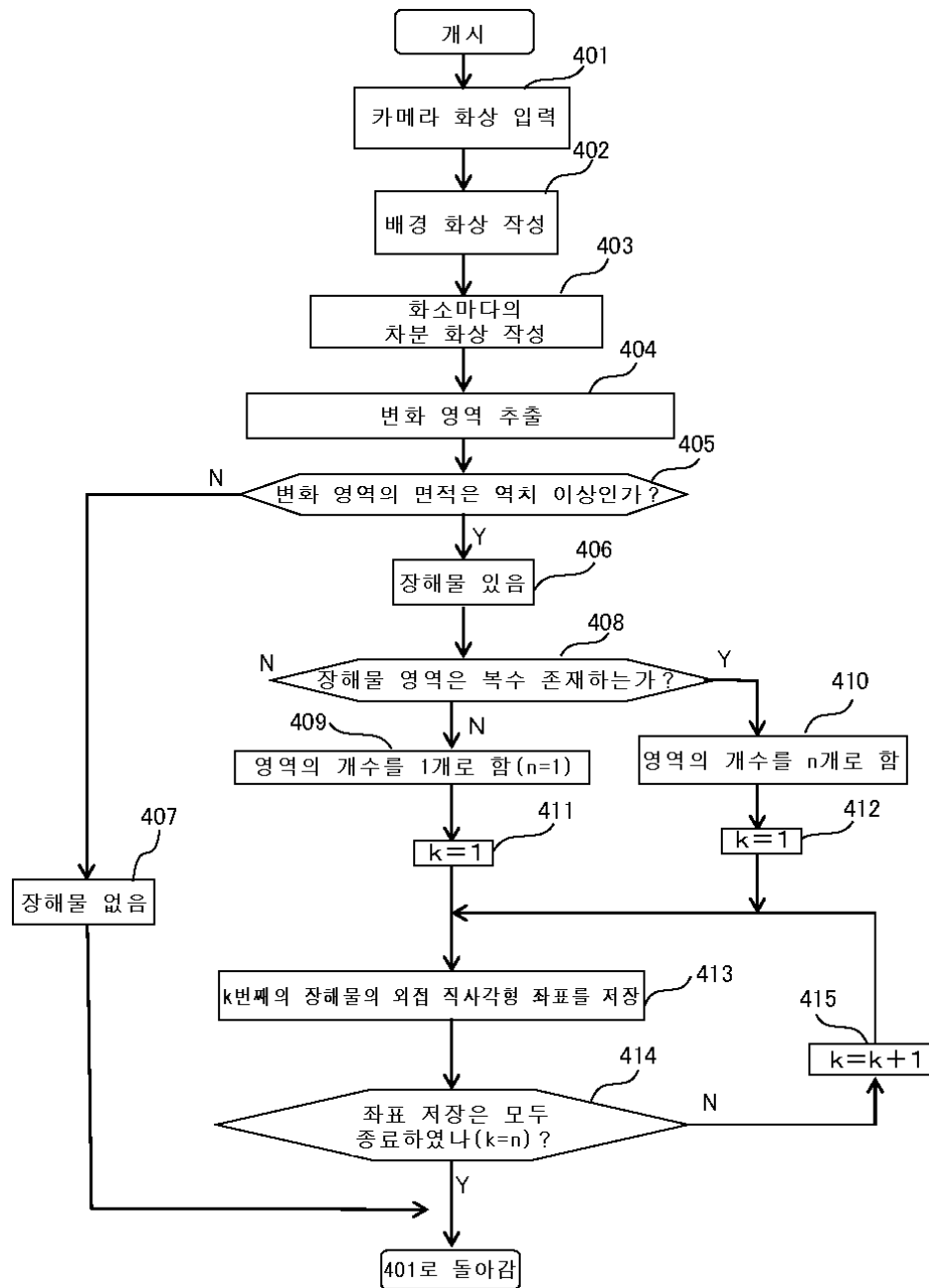
도면3



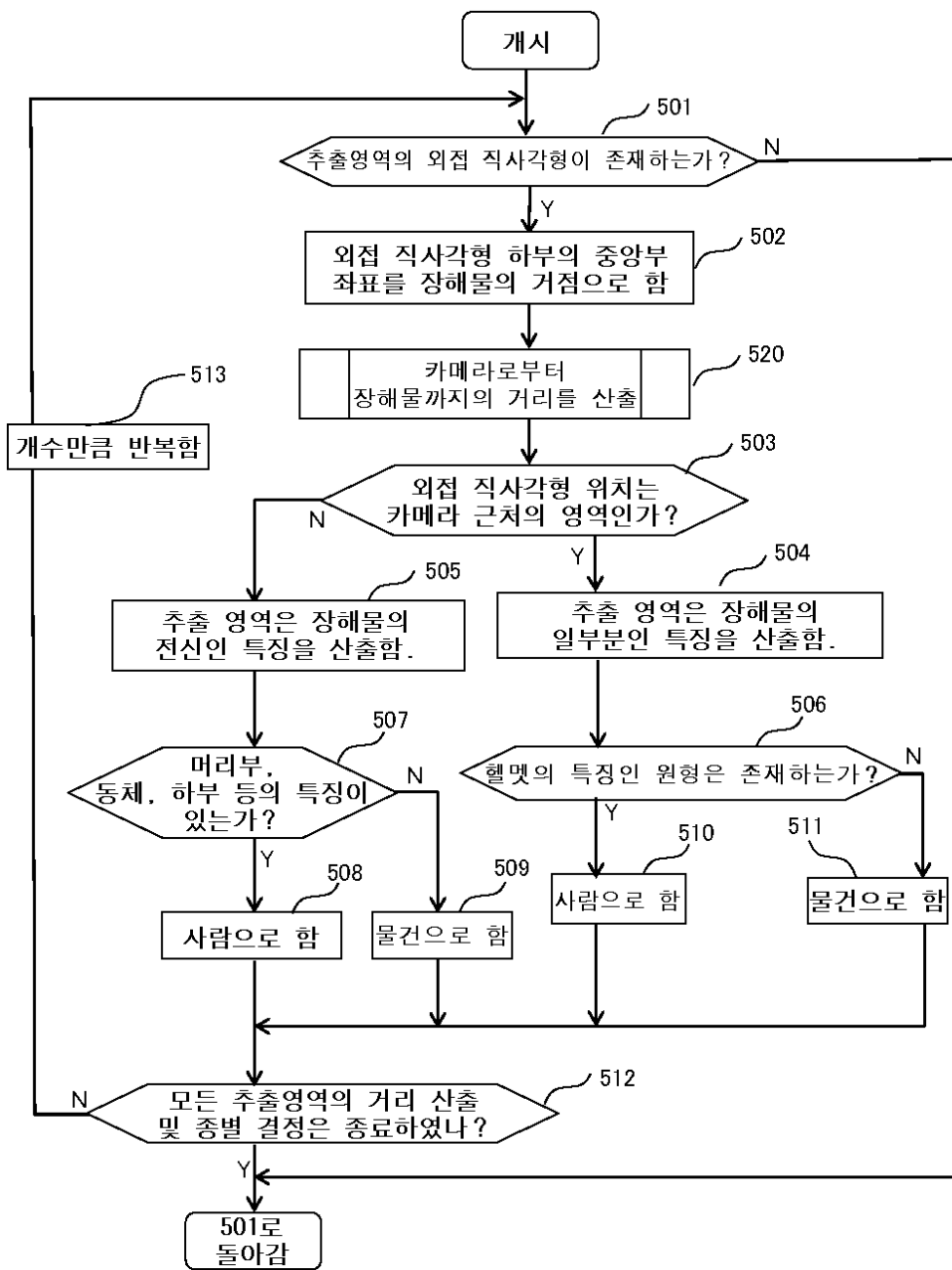
도면4



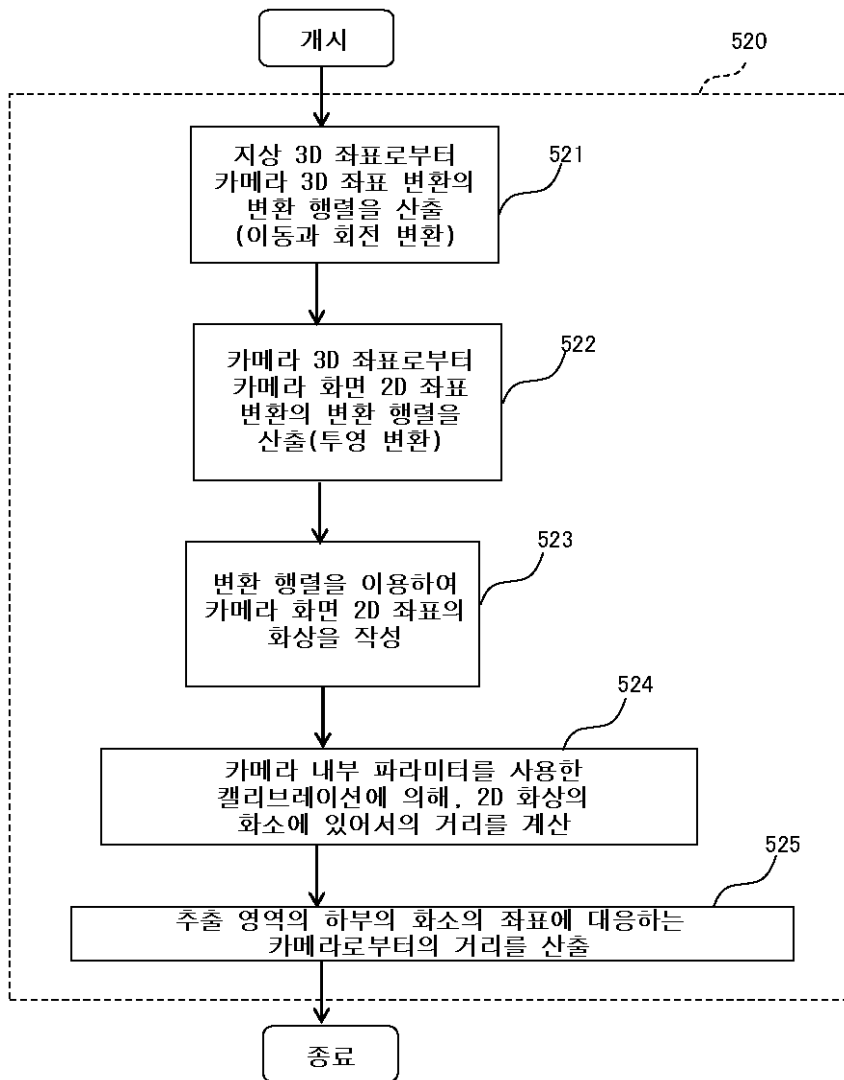
도면6



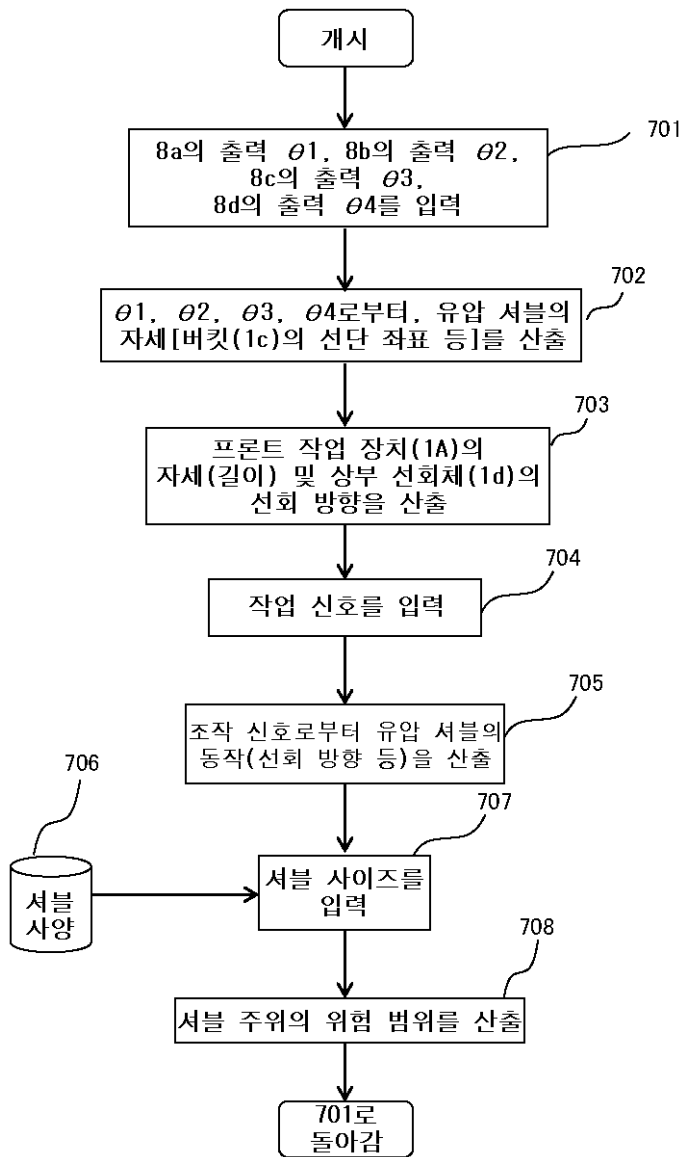
도면7



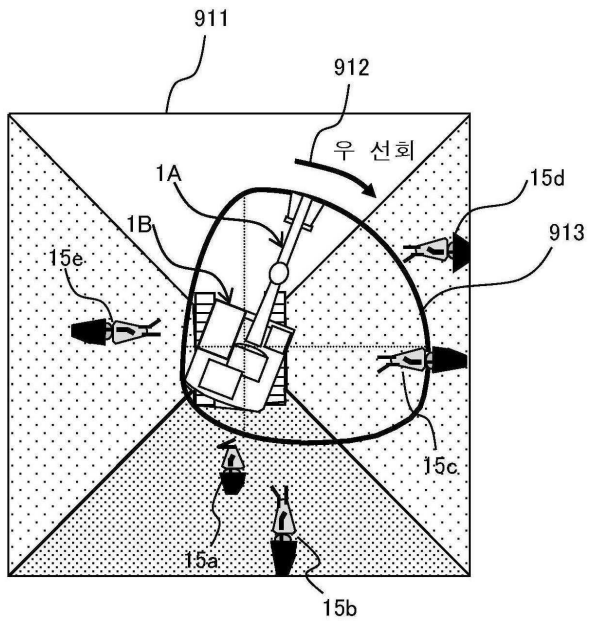
도면8



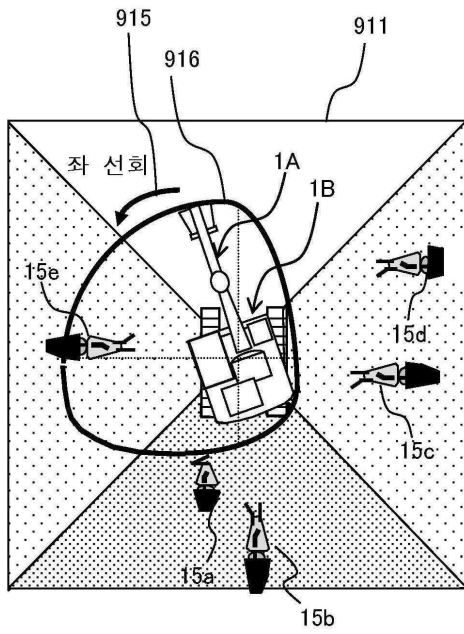
도면9



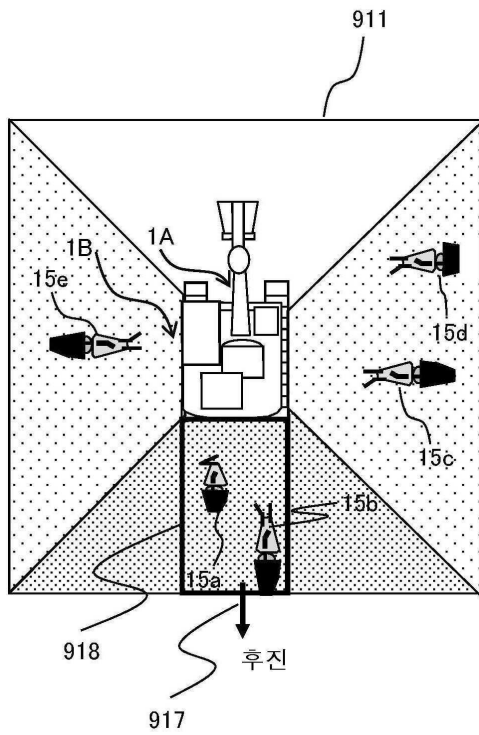
도면10



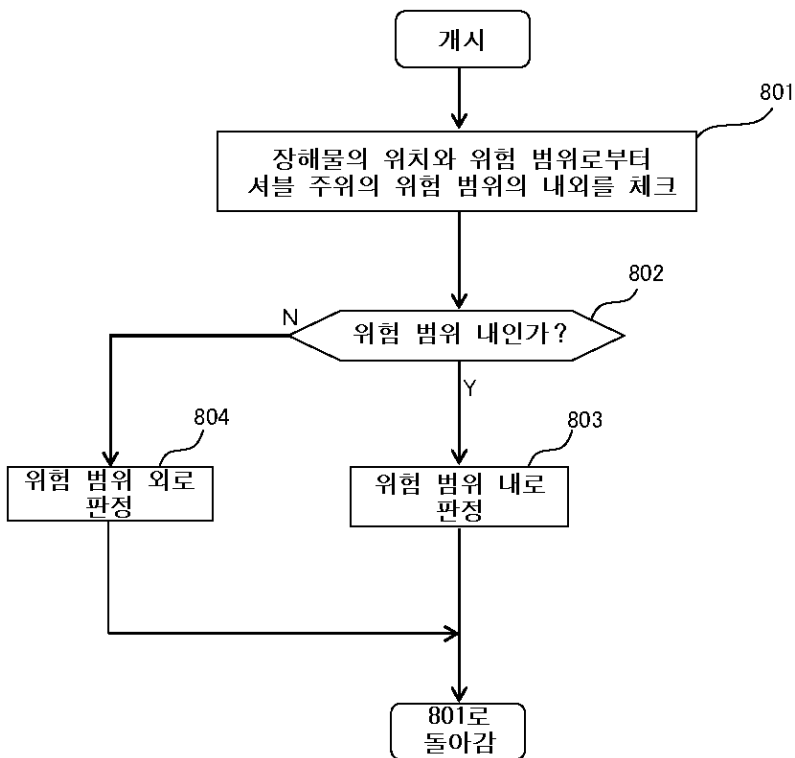
도면11



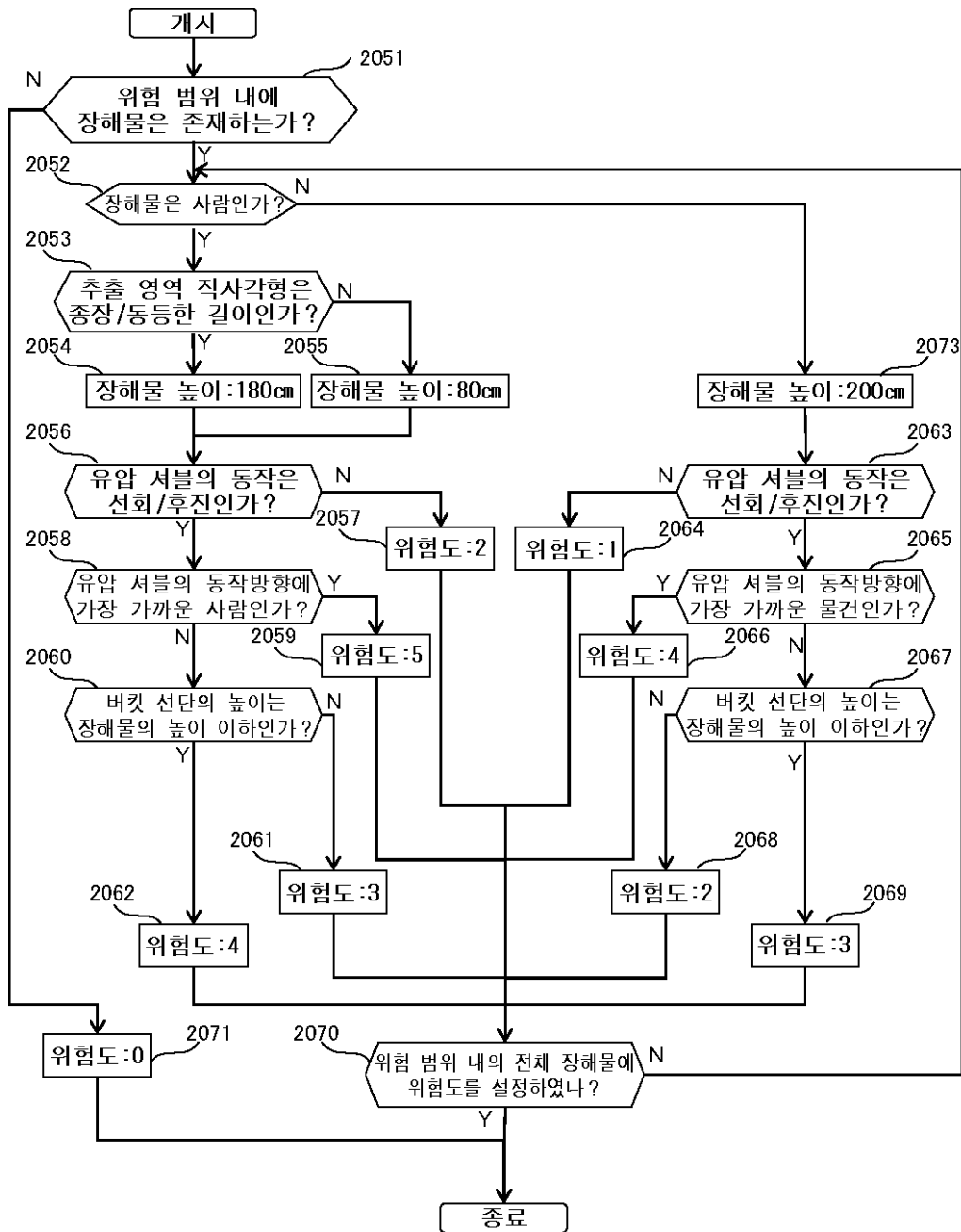
도면12



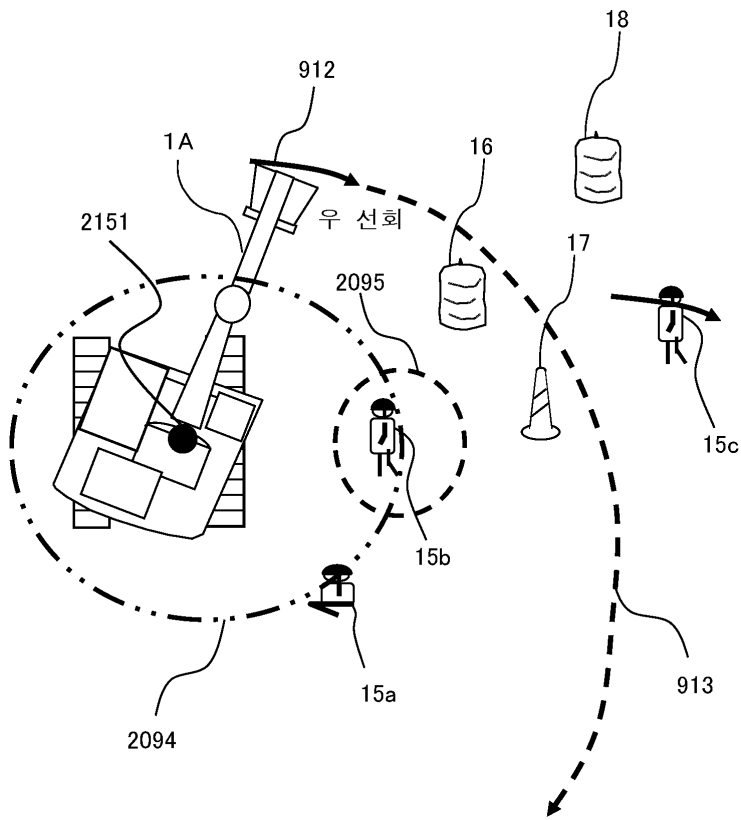
도면13



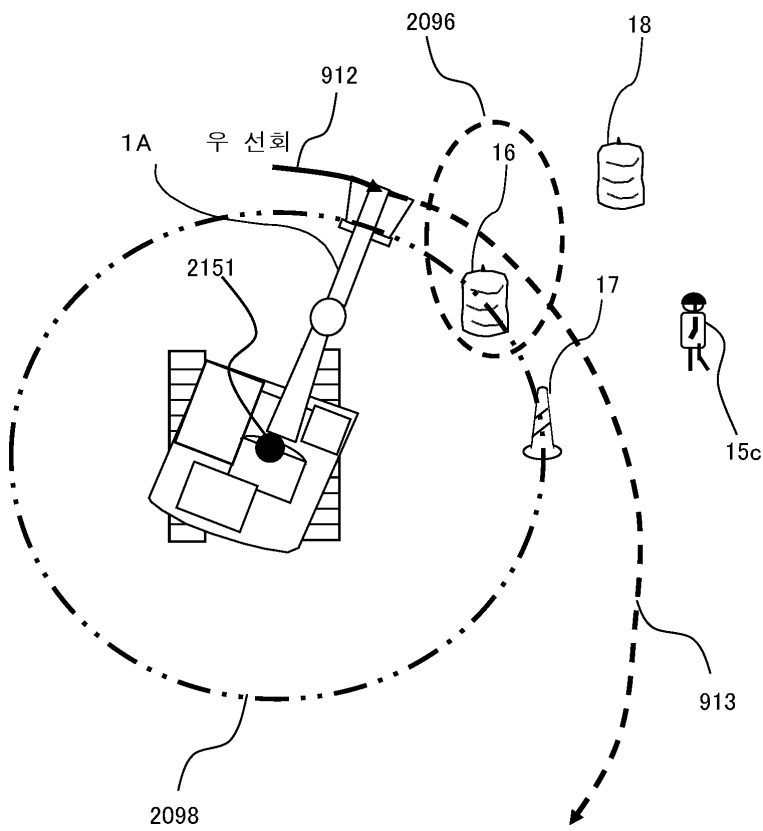
도면14



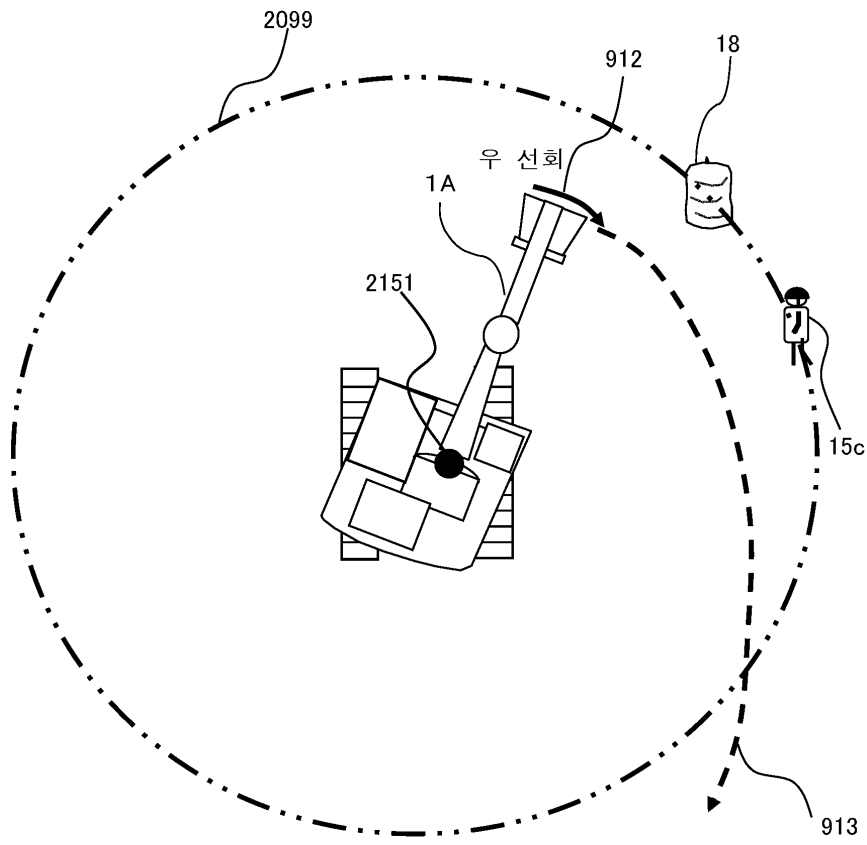
도면15



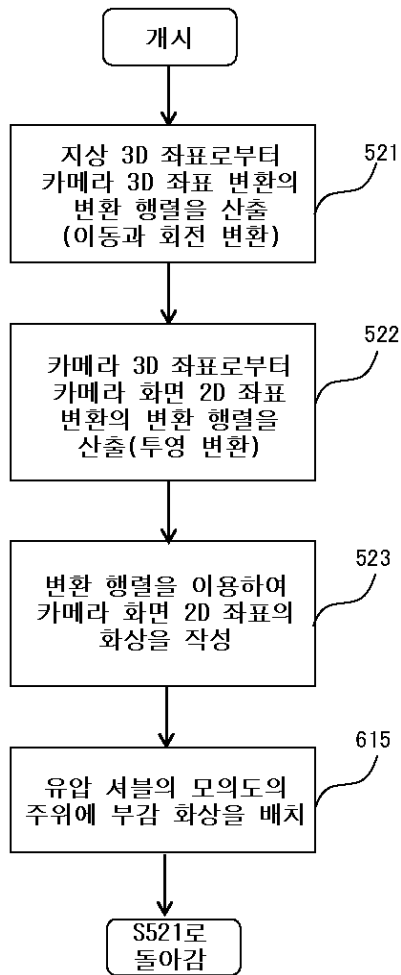
도면16



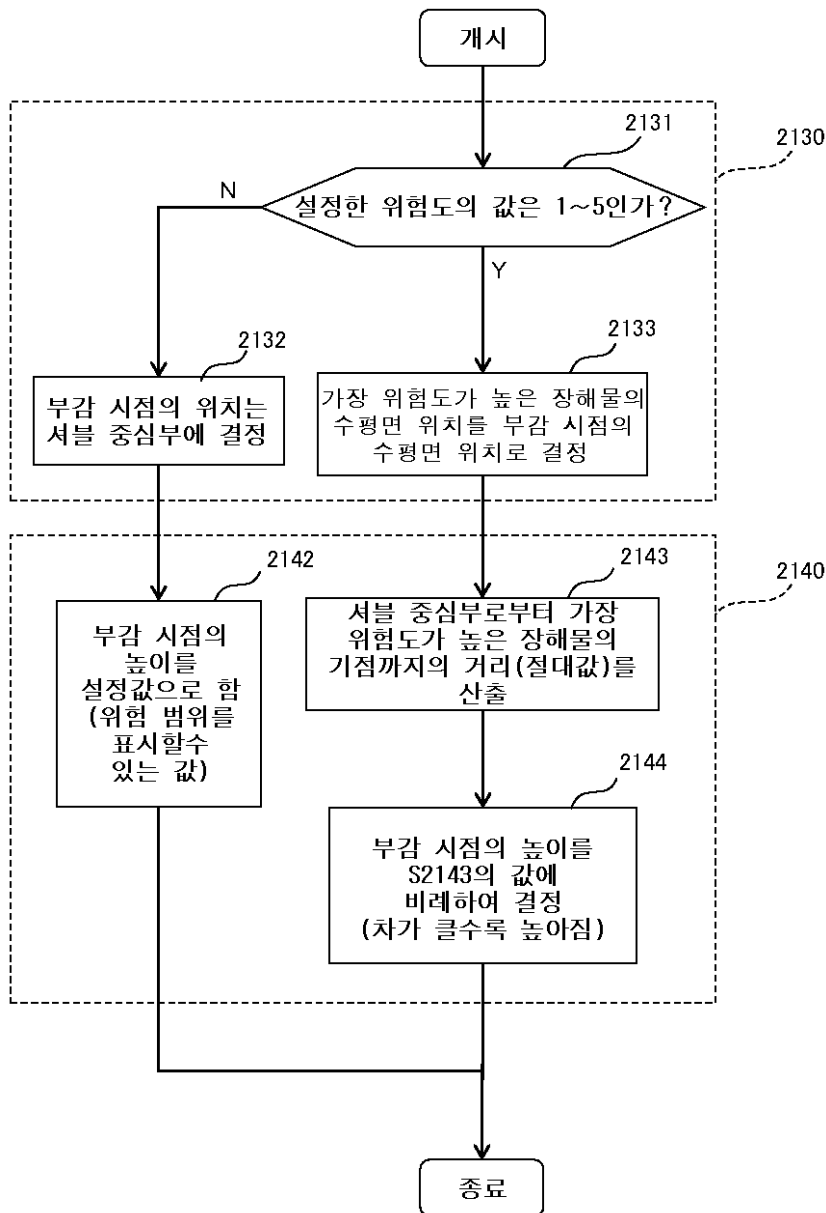
도면17



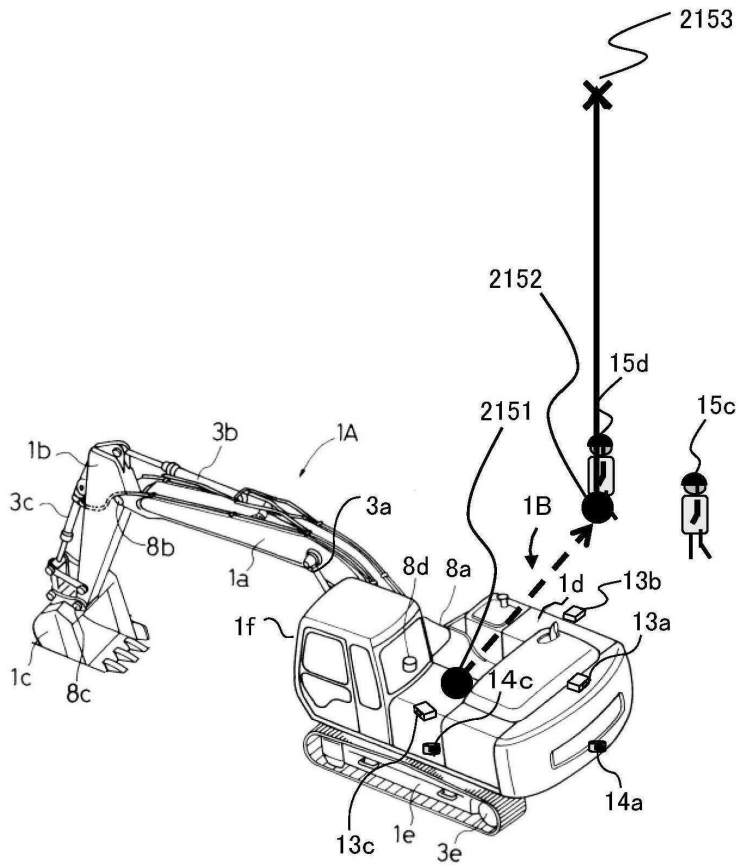
도면18



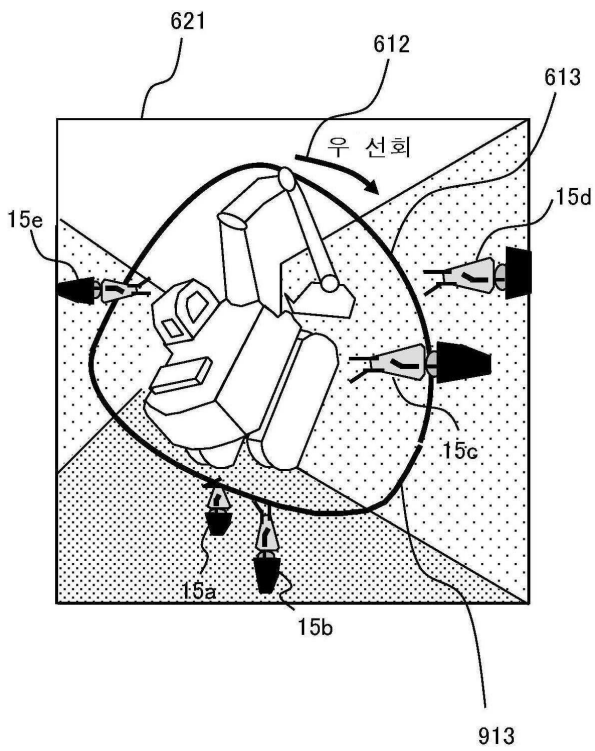
도면19



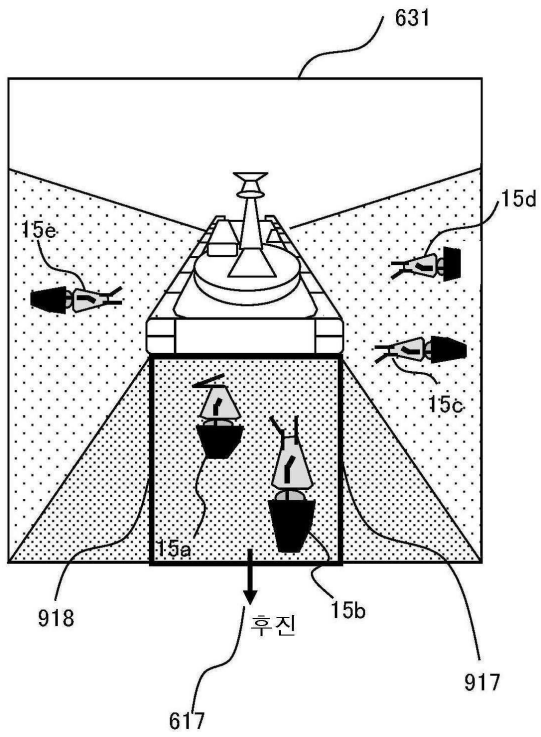
도면20



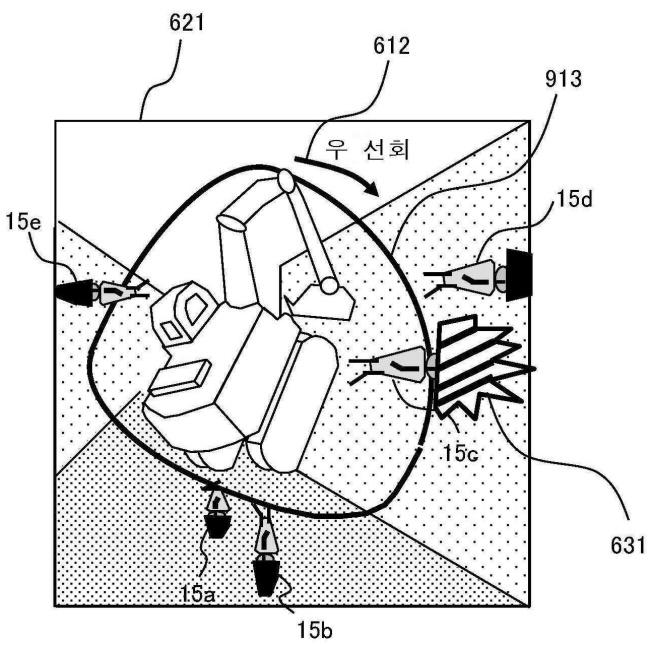
도면21



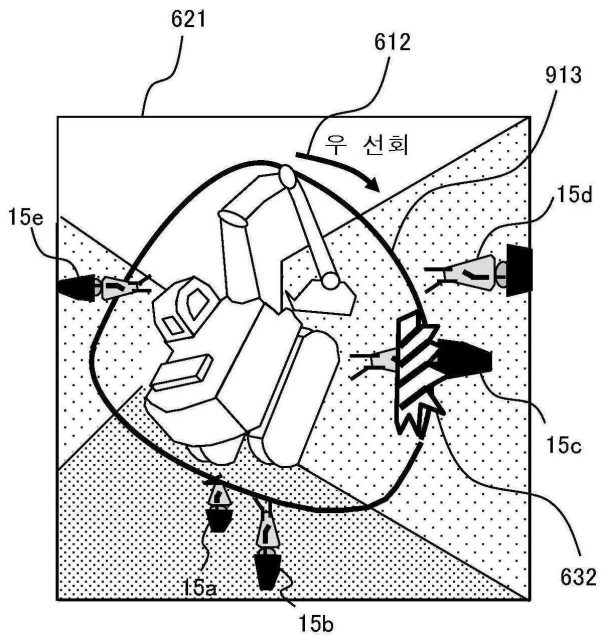
도면22



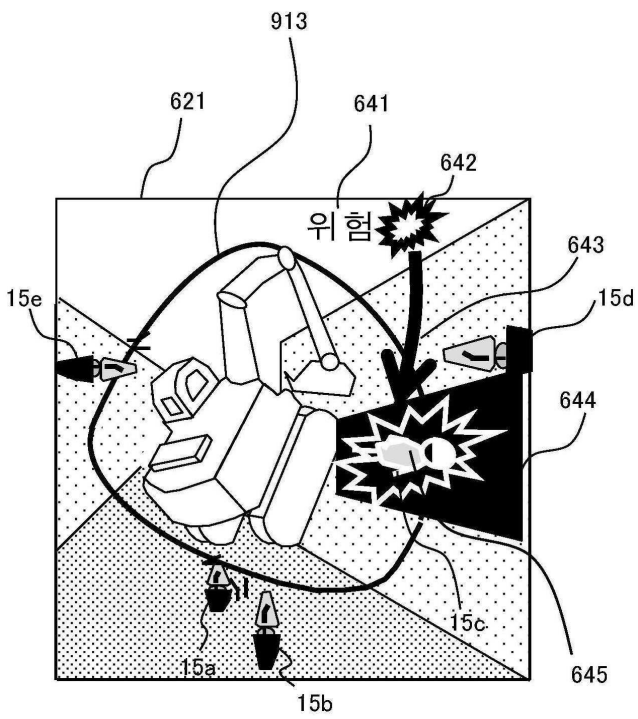
도면23



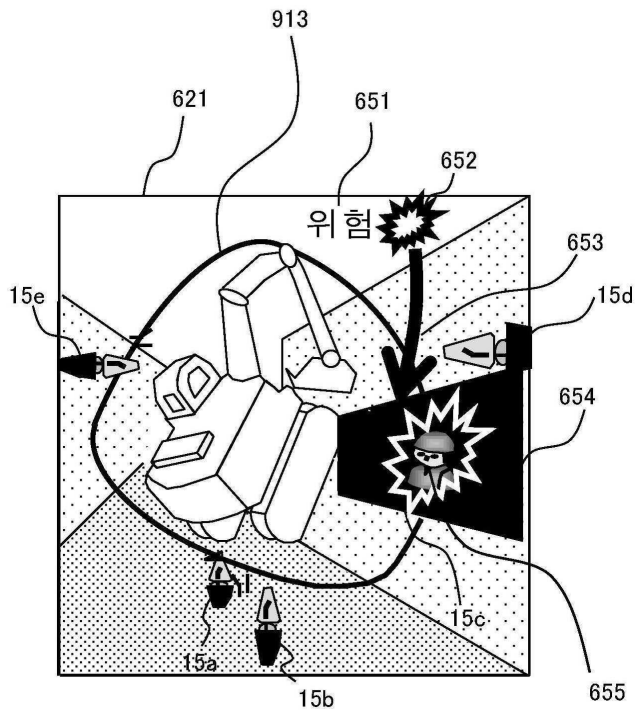
도면24



도면25



도면26



도면27

