



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0101491
(43) 공개일자 2019년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08G 1/16 (2006.01) G08G 1/056 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G08G 1/16 (2013.01)
G08G 1/056 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7024474(분할)
(22) 출원일자(국제) 2015년08월04일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2018-7003012
원출원일자(국제) 2015년08월04일
심사청구일자 2018년01월31일
(85) 번역문제출일자 2019년08월21일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/072085
(87) 국제공개번호 WO 2017/022080
국제공개일자 2017년02월09일

(71) 출원인
닛산 지도우샤 가부시키키가이샤
일본 가나가와켄 요코하마시 가나가와쑤 다까라쵸 2반지
(72) 발명자
사노 야스히토
일본 2430123 가나가와켄 아즈기시 모리노사토아
오야마 1-1닛산 지도우샤 가부시키키가이샤 지테크
자이산부 내
야나기 다쿠라
일본 2430123 가나가와켄 아즈기시 모리노사토아
오야마 1-1닛산 지도우샤 가부시키키가이샤 지테크
자이산부 내
(74) 대리인
장수길, 이성훈, 김명곤

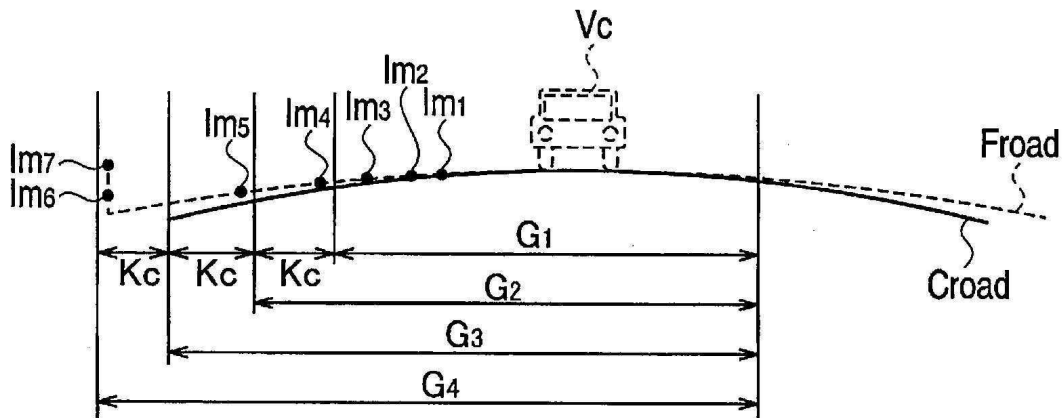
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 단차 검출 장치 및 단차 검출 방법

(57) 요약

단차 검출 장치는, 차량의 주위에 있어서의 노면의 높이를 검출하는 측거부를 구비하고, 노면의 높이에 기초하여, 주행 가능 영역의 차폭 방향에 있어서의 노면의 경사를 곡선으로 근사하고, 곡선에 대한 측정점의 높이의 합치도와, 주행 가능 영역을 차폭 방향으로 확장한 확장 영역에서의 노면의 경사를 근사한 곡선에 대한 측정점의 높이의 합치도에 기초하여, 노면 상의 단차를 검출한다.

대표도 - 도5



명세서

청구범위

청구항 1

차량의 주위에 있어서의 노면의 높이를 검출하는 측거부와,
 상기 차량의 진행 방향의 주행 가능 영역을 추정하는 주행 가능 영역 회로와,
 상기 측거부에 의해 검출된 상기 노면의 높이에 기초하여, 상기 주행 가능 영역의 차폭 방향에 있어서의 상기 노면의 경사를 곡선으로 근사하는 노면 경사 회로와,
 상기 곡선에 대한 상기 주행 가능 영역에 설정된 측정점의 높이의 합치도와, 상기 주행 가능 영역을 차폭 방향으로 확장한 확장 영역에서의 상기 노면의 경사를 근사한 곡선에 대한 상기 확장 영역에 설정된 측정점의 높이의 합치도에 기초하여, 상기 노면 상의 단차를 검출하는 단차 검출 회로
 를 구비한 것을 특징으로 하는 단차 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 주행 가능 영역 회로는, 상기 차량의 속도가 빠를수록, 상기 주행 가능 영역을 차폭 방향으로 넓게 추정하는 것을 특징으로 하는 단차 검출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 차량이 주행하고 있는 차도에 관한 정보를 취득하는 차도 정보 취득 회로를 더 구비하고,
 상기 주행 가능 영역 회로는, 상기 차도에 관한 정보에 기초하여, 상기 주행 가능 영역의 차폭 방향 거리를 설정하는
 것을 특징으로 하는 단차 검출 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 단차 검출 장치는, 상기 주행 가능 영역을 차폭 방향으로 소정 범위만큼 확장하고, 상기 소정 범위만큼 확장한 확장 영역에서 상기 노면의 경사를 곡선으로 근사하고, 상기 곡선에 대한 상기 측정점의 높이의 합치도를 산출하는 사이클을 반복하여 실시하고,
 상기 단차 검출 회로는, 반복 산출되는 상기 합치도에 기초하여, 상기 단차를 검출하는
 것을 특징으로 하는 단차 검출 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 차량이 주행하고 있는 차도에 관한 정보를 취득하는 차도 정보 취득 회로를 더 구비하고,
 상기 단차 검출 장치는, 상기 차도에 관한 정보에 기초하여, 상기 확장 영역의 넓이에 상한값을 설정하는
 것을 특징으로 하는 단차 검출 장치.

청구항 6

차량의 주위에 있어서의 노면의 높이를 검출하고,
 상기 차량의 진행 방향의 주행 가능 영역을 추정하고,
 상기 노면의 높이에 기초하여, 상기 주행 가능 영역의 차폭 방향에 있어서의 상기 노면의 경사를 곡선으로 근사하고,
 상기 곡선에 대한 상기 주행 가능 영역에 설정된 측정점의 높이의 합치도와, 상기 주행 가능 영역을 차폭 방향으로 확장한 확장 영역에서의 상기 노면의 경사를 근사한 곡선에 대한 상기 확장 영역에 설정된 측정점의 높이

의 합치도에 기초하여, 상기 노면 상의 단차를 검출하는 것을 특징으로 하는 단차 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 노면 상의 단차를 검출하는 단차 검출 장치 및 단차 검출 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 카메라 화상으로부터 노면의 높이 정보를 검출하고, 이 높이 정보로부터 연석 등의 노측물에 의해 발생하는 노면의 단차를 검출하는 노측물 검출 장치가 알려져 있다(특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2014-002608호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 상기한 노측물 검출 장치는, 노면의 높이 변화량이 역치 이상인 경우에 단차로서 인식한다. 따라서, 차도가 경사져 있는 경우, 차도의 위치에 따라서 노면의 높이가 변화하기 때문에, 차도의 위치를 취하는 방법에 따라, 노면의 높이 변화량을 정확하게 검출할 수 없는 경우가 있다.

[0005] 본 발명은 상기 과제를 감안하여 이루어진 것이며, 그 목적은, 차도에 경사가 있더라도 노면 상의 단차를 고정밀도로 검출할 수 있는 단차 검출 장치 및 단차 검출 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 형태에 관한 단차 검출 장치는, 차량의 주위에 있어서의 노면의 높이를 검출하는 측거부를 구비하고, 노면의 높이에 기초하여, 주행 가능 영역의 차폭 방향에 있어서의 노면의 경사를 곡선으로 근사하고, 곡선에 대한 측정점의 높이의 합치도와, 주행 가능 영역을 차폭 방향으로 확장한 확장 영역에서의 노면의 경사를 근사한 곡선에 대한 측정점의 높이의 합치도에 기초하여, 노면 상의 단차를 검출한다.

발명의 효과

[0007] 발명의 일 형태에 의하면, 곡선과 측정점의 합치도로부터 노면 높이의 급격한 변화, 즉 단차를 검출할 수 있다. 따라서, 차도에 경사가 있더라도 노면 상의 단차를 고정밀도로 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 실시 형태에 따른 단차 검출 장치(1)의 전체 구성을 도시하는 블록도이다.

도 2는 차량의 주위의 노면에 설정된 선상의 단차 판정 위치(Pa)의 예를 도시하는 사시도이다.

도 3은 도 2에 대응하는 부감도이다.

도 4는 단차 판정 위치(Pa)에 있어서의 노면(Froad)의 높이 분포를 나타내는 그래프이다.

도 5는 노면(Froad)을 곡선 근사하는 영역(G_1 내지 G_4)을 소정 범위(Kc)씩 단계적으로 확장하여, 측정점(I_{m1} 내지 I_{m7})과 곡선(Croad)의 합치도의 변화를 판단하는 일련의 처리 사이클을 도시하는 도면이다.

도 6은 도 1의 단차 검출 장치(1)를 사용한 단차 검출 방법의 일례를 도시하는 흐름도이다.

도 7은 도 6의 스텝 S09 내지 S13의 상세한 수순의 일례를 도시하는 흐름도이다.

도 8은 차량(Vc)의 측부에 스테레오 카메라를 설치한 경우의 단차 판정 위치(Pa)의 예를 도시하는 사시도이다.

도 9는 차량(Vc)의 루프 중앙부에 LRF(12)를 설정하고, 차량 주위의 전체를 조사 범위로 하는 360도 LRF의 예를 나타내는 부감도이다.

도 10은 측거 센서(12)로서 레이저 레인지 파인더(LRF)를 사용한 경우의 단차 검출 방법의 일례를 도시하는 흐름도이다.

도 11은 제3 및 제4 변형예에 관한 단차 검출 장치(2)의 전체 구성을 도시하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

(제1 실시 형태)

이어서, 도면을 참조하여, 실시 형태를 상세하게 설명한다.

도 1을 참조하여, 실시 형태에 따른 단차 검출 장치(1)의 전체 구성을 설명한다. 단차 검출 장치(1)는, 차량의 주위에 있어서의 도로의 표면(이후, 「노면」이라고 한다)의 높이를 검출하고, 노면의 경사를 곡선으로 근사한다. 그리고, 근사한 곡선과 노면의 측정점의 합치도에 기초하여, 노면 상의 단차를 검출한다.

구체적으로, 단차 검출 장치(1)는, 차량의 주위에 있어서의 노면의 높이를 검출하는 측거 센서(12)와, 측거 센서(12)에 의한 측정점의 높이 데이터로부터 노면 상의 단차를 검출하는 일련의 정보 처리를 실행하는 마이크로컴퓨터(13)를 구비한다.

측거 센서(12)의 일례는, 차량의 주위에 있는 물체를 복수의 상이한 방향으로부터 동시에 촬영함으로써, 차량의 주위에 있는 물체의 깊이 방향(센서(12)로부터의 거리)의 정보도 기록할 수 있는 스테레오 카메라이다. 스테레오 카메라에 의해 얻어진 스테레오 화상에 대하여 소정의 화상 처리를 실시함으로써, 차량의 주위에 있는 물체의 스테레오 화상에 비추는 물체의 상에 대한 삼차원 정보를 취득할 수 있다. 차량의 주위에 있는 물체에는, 도로나 연석이 포함된다. 상세는 후술한다.

마이크로컴퓨터(13)는, 예를 들어, CPU, 메모리, 및 입출력부를 구비하는 범용의 마이크로컨트롤러를 포함하고, 미리 인스톨된 컴퓨터 프로그램을 실행함으로써, 단차 검출 장치가 구비하는 복수의 정보 처리 회로를 구성한다. 마이크로컴퓨터(13)는, 측거 센서(12)에 의한 측정 데이터로부터 노면 상의 단차를 검출하는 일련의 정보 처리 사이클을 소정의 시간 간격으로 반복 실행한다. 마이크로컴퓨터(13)는, 차량에 관계되는 다른 제어에 사용하는 전자 제어 유닛(ECU)과 겸용해도 된다.

마이크로컴퓨터(13)에 의해 구성되는 복수의 정보 처리 회로에는, 연산 회로(14)와, 단차 판정 위치 회로(15)와, 주행 가능 영역 회로(16)와, 노면 경사 회로(17)와, 단차 검출 회로(18)를 포함한다.

연산 회로(14)는, 측거 센서(12)와 함께 측거부(11)를 구성하고, 스테레오 카메라에 의해 얻어진 스테레오 화상으로부터 차량 주위의 물체의 스테레오 화상에 비치는 물체의 상에 대한 삼차원 정보를 취득하는 일련의 스테레오 화상 처리를 실시한다.

예를 들어, 연산 회로(14)는, 스테레오 화상에 대하여 렌즈의 왜곡을 보정하는 렌즈 왜곡 보정 처리를 행하고, 스테레오 화상 간의 상하 위치를 보정하는 평행화 보정 처리(평행 등위 처리)를 행한다. 그리고, 스테레오 화상 간의 각 화소의 대응짓기를 추정하는 스테레오 매칭 처리를 행한다. 이에 의해, 스테레오 카메라의 촬상면에 있어서의 물체의 이차원 좌표 뿐만 아니라, 스테레오 카메라의 촬상면부터 물체까지의 거리를 산출할 수 있다. 따라서, 차량 주위에 있는 물체까지의 거리 및 방위를 검출할 수 있다.

연산 회로(14)는, 또한 좌표 변환 처리를 실시함으로써, 측거 데이터의 좌표 상의 차량 주위에 있는 물체의 삼차원 정보를 취득할 수 있다. 차량 주위에 있는 물체의 삼차원 정보에는, 차량의 주위에 있어서의 노면의 삼차원 정보도 포함된다. 따라서, 연산 회로(14)는, 차량의 주위에 있어서의 노면의 측정점의 높이 데이터를 취득할 수 있다.

렌즈 왜곡 보정 처리는, 예를 들어 흑백의 체크 무늬 패턴을 나타낸 평판을 각 카메라로 촬영하고, 체크 무늬의 격자점이 직사각형으로 구성되는 격자상으로 되도록 렌즈 왜곡 파라미터나 카메라 렌즈 중심 파라미터를 추정한다.

다. 단, 본 처리는, 렌즈 왜곡 보정을 행하는 일반적인 방법이면 되고, 본 실시 형태에서는 특별히 상관없다.

[0020] 평행화 보정 처리는, 예를 들어 흑백의 체크 무늬 패턴을 나타낸 평판을 스테레오 카메라의 양쪽 카메라로 촬영하고, 체크 무늬의 격자점 위치가 각 카메라 화상 상에서 동일한 상하 위치로 되도록 스테레오 카메라 간의 공간 위치 파라미터 및 각도 파라미터를 추정한다. 단, 본 처리는, 평행화 보정 처리를 행하는 일반적인 방법이면 되고, 본 실시 형태에서는 특별히 상관없다.

[0021] 스테레오 매칭 처리는, 예를 들어, 좌 카메라 화상을 기준으로 하여 좌 카메라 화상의 각 화소가 우 카메라 화상의 어느 화소에 대응지어지는지를 산출하는 것이다. 예를 들어, 좌 카메라 화상의 각 화소의 휘도값과 우 카메라 화상의 각 화소의 휘도값의 절댓값을 평가값으로서 산출하고, 평가값이 최소가 되는 우 카메라 화상의 화소를 대응지어진 화소로서 산출한다. 평가값의 산출 방법에는, 예를 들어, 차분 절댓값의 합(SAD: Sum of Absolute Differences)이나 차분 제곱값의 합(SSD: Sum of Squared Differences)을 사용하는 방법이나, 평가값 계산의 범위가 각 화소 1점이 아니라 각 화소의 주변 화소를 포함하는 방법이 있다. 평가값의 산출 방법은, 다른 일반적인 방식이어도 되고, 본 실시 형태에서는 특별히 상관없다.

[0022] 단차 판정 위치 회로(15)는, 측거 센서(12)에서 검출된 측거 데이터의 좌표 상의 차량의 주위의 노면에 차폭 방향의 선상의 단차 판정 위치를 설정한다. 예를 들어, 도 2 및 도 3에 도시한 바와 같이, 측거 센서(12)로부터 제1 소정 방향(Da)에 소정 거리만큼 떨어지고, 제1 소정 방향(Da)에 직교하는 방향으로 연장되는 단차 판정 위치(Pa)를 측거 데이터의 좌표 상의 노면에 설정한다. 도 2 및 도 3은, 차량(Vc)의 전방부에 측거 센서(12)를 설치하고, 차량(Vc)의 진행 방향을 제1 소정 방향(Da)으로 한 예를 나타낸다. 따라서, 차폭 방향으로 연장되는 단차 판정 위치(Pa)가 측거 데이터의 좌표 상의 차량(Vc)의 전방에 설정된다. 또한, 단차 판정 위치(Pa)는 스테레오 카메라의 촬상 범위 내에서 설정된다. 제1 소정 방향(Da)은 차량(Vc)의 진행 방향에 한정되지 않는다.

[0023] 도 2 및 도 3에 도시하는 예에서, 차량(Vc)이 주행 가능한 차도의 차폭 방향의 단부인 갓길에는, 노면의 높이가 비연속적으로 변화하는 단차(LD)가 형성되어 있다. 그리고, 단차(LD)를 경계로 하여 차도보다도 외측에는, 차도보다도 노면이 한층 높은 단차부(예를 들어, 보도나 갓길)가 설치되어 있다. 이와 같이, 도 2 및 도 3에 도시하는 예에 있어서, 도로는, 차도 및 단차부(보도나 갓길)를 포함하고, 차도와 단차부(보도나 갓길)의 경계에는, 단차(LD)가 형성되어 있다. 선상의 단차 판정 위치(Pa)는 차도, 단차(LD), 및 단차부(보도나 갓길)를 횡단하는 방향으로 연장되어 있다.

[0024] 상기한 측거 센서(12)에 대한 단차 판정 위치(Pa)의 위치 관계는 일례에 지나지 않는다. 다른 예는, 도 8 및 도 9를 참조하여 후술한다.

[0025] 단차 판정 위치 회로(15)는, 연산 회로(14)에 의해 취득된 노면의 높이로부터, 단차 판정 위치(Pa)에 있어서의 노면의 측정점의 높이 데이터 분포(측거 데이터)를 산출한다. 도 4의 종측은 노면(Froad)의 높이를 나타내고, 횡측은 차폭 방향으로 연장되는 단차 판정 위치(Pa)를 나타낸다.

[0026] 도 4에 도시한 바와 같이, 차도(Rr)와 단차부(Rd)의 경계에는, 단차(LD)가 형성되어 있다. 차도(Rr)의 노면(Froad)에는, 그 높이가 중앙부로부터 양단부인 갓길을 향하여 낮아지는 경사(칸트)가 설치되어 있다. 이것은, 차도의 배수를 좋게 하여 차도에 물이 고이지 않는 일반적인 도로 설계 및 구조이다. 단차(LD)에 있어서, 노면(Froad)은 급격하게 높아지고, 단차부(Rd)의 노면(Froad)은 차도(Rr)보다도 한층 높은 평탄한 면을 형성하고 있다. 예를 들어, 보도 등이 설치되어 있다.

[0027] 주행 가능 영역 회로(16)는, 차량(Vc)의 속도에 기초하여, 단차 판정 위치(Pa)에 있어서의 차량(Vc)의 진행 방향의 주행 가능 영역(G_1)을 추정한다. 주행 가능 영역(G_1)이란, 차량(Vc)이 주행하는 것이 가능한 영역이며, 차도의 경계, 예를 들어, 단차를 포함하지 않는 영역을 나타낸다. 주행 가능 영역 회로(16)는, 도 5에 도시한 바와 같이, 차량(Vc)의 폭에 대하여 소정의 주행 여유 영역을 부가한 영역을, 차량(Vc)의 진행 방향의 주행 가능 영역(G_1)으로서 추정한다.

[0028] 소정의 주행 여유 영역은, 차량의 속도에 따라서 변화한다. 차량(Vc)의 진행 방향의 속도가 빠를수록, 소정의 주행 여유 영역을 크게 설정할 수 있다. 즉, 주행 가능 영역 회로(16)는, 차량(Vc)의 진행 방향의 속도가 빠를수록, 주행 가능 영역(G_1)을 차폭 방향으로 넓게 추정할 수 있다. 또한, 차량(Vc)의 속도는, CAN의 차량 속도 정보, 차륜 속도 펄스 정보, 또한 GPS를 사용하여 차량의 위치 정보를 연속적으로 취득함으로써 얻을 수 있다.

[0029] 일례로서, 시속 70km로 주행하고 있는 경우, 주행 가능 영역 회로(16)는, 간선 도로를 주행하고 있다고 판단하고, 8m폭의 주행 가능 영역을 설정한다. 또한 시속 20km로 주행하고 있는 경우, 주행 가능 영역 회로(16)

는, 주택지 등의 좁은 길을 주행하고 있다고 판단하고, 4m 이하의 폭의 주행 가능 영역을 설정한다.

[0030] 노면 경사 회로(17)는, 노면의 높이에 기초하여, 주행 가능 영역(G_1)의 차폭 방향에 있어서의 노면(Froad)의 경사를 곡선으로 근사한다. 근사 곡선은, 예를 들어, 2차 곡선을 사용한다. 이 외에, 1차 곡선 또는 스플라인 곡선, 또는 이들의 조합을 사용할 수도 있다. 구체적으로, 노면 경사 회로(17)는, 도 5에 도시한 바와 같이, 주행 가능 영역(G_1) 내의 단차 판정 위치(Pa) 상의 복수의 측정점(I_{m1} , I_{m2} , I_{m3})을 선택한다. 측정점(I_{m1} , I_{m2} , I_{m3})의 높이 데이터를 사용하여, 차도(Rr)의 차폭 방향의 노면(Froad)의 경사를 곡선(Croad)으로 근사한다. 측정점의 수 및 위치는 임의로 선택 가능하다.

[0031] 여기서, 주행 가능 영역(G_1)이 실제의 차도(Rr)의 영역에 비하여 너무 좁은 경우, 주행 가능 영역(G_1)의 단부로부터 차도(Rr)의 단부(갓길)까지의 거리가 길어진다. 이 때문에, 근사한 곡선(Croad)이 실제의 차도(Rr)의 경사로부터 유리되어버려, 단차(LD)를 고정밀도로 검출하는 것이 어려워진다. 그래서, 주행 가능 영역(G_1)을 차폭 방향으로 조금씩 확장하고, 곡선 근사를 반복함으로써, 곡선(Croad)을 실제의 차도(Rr)의 경사에 근접시켜, 곡선(Croad)과 측정점의 합치도의 변화를 고정밀도로 검출할 수 있다. 곡선(Croad)과 측정점의 합치도는, 예를 들어, 곡선(Croad)과 측정점의 편차 또는 표준 편차이다. 편차 또는 표준 편차가 작아질수록, 합치도는 높아진다.

[0032] 또는, (1)식에 도시한 바와 같이, R-2승 오차를 사용하여 합치도를 구하는 것도 가능하다. 여기서, y_i 는 측정점, f_i 는 곡선(Croad) 상의 추정값, y_{av} 는 측정점의 평균값이다. 이 값이 1에 가까울수록 일치도가 높다고 할 수 있다. 환경에 따라 상이하지만, 이 값(R^2)의 감소량이 0.1을 초과한 경우, 단차가 포함되었다고 판단할 수 있다.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i (y_i - f_i)^2}{\sum_i (y_i - y_{av})^2} \quad \dots (1)$$

[0033]

[0034] 구체적으로, 노면 경사 회로(17)는, 단차 판정 위치(Pa)에 있어서 주행 가능 영역(G_1)을 확장한 확장 영역(G_2 , G_3 , G_4 , $\dots$)의 차폭 방향에 있어서의 노면(Froad)의 경사를 곡선으로 근사한다. 단차 검출 회로(18)는, 곡선(Croad)에 대한 주행 가능 영역(G_1)에 설정된 측정점(I_{m1} , I_{m2} , I_{m3})의 높이의 제1 합치도를 산출한다. 그리고, 확장 영역(G_2 , G_3 , G_4 , $\dots$)의 차폭 방향에 있어서의 노면(Froad)의 경사를 근사한 곡선에 대한 확장 영역(G_2 , G_3 , G_4 , $\dots$)에 설정된 측정점(I_{m1} , I_{m2} , $\dots$, I_{m6} , I_{m7})의 높이 데이터의 제2 합치도를 산출한다. 그리고, 단차 검출 회로(18)는, 제1 합치도와 제2 합치도에 기초하여, 노면 상의 단차를 검출한다.

[0035] 예를 들어, 주행 가능 영역 회로(16)는, 주행 가능 영역(G_1)을 차폭 방향으로 소정 범위(Kc)만큼 확장한 확장 영역(G_2)을 설정한다. 노면 경사 회로(17)는, 확장 영역(G_2)의 차폭 방향에 있어서 노면(Froad)의 경사를 곡선으로 근사한다. 단차 검출 회로(18)는, 곡선에 대한 측정점(I_{m1} , I_{m2} , I_{m3} , I_{m4})의 높이 데이터의 합치도를 산출한다. 마찬가지로 하여, 주행 가능 영역 회로(16)는, 확장 영역(G_2)을 소정 범위(Kc)만큼 차폭 방향으로 확장한 확장 영역(G_3)을 설정한다. 노면 경사 회로(17)는, 확장 영역(G_3)의 차폭 방향에 있어서 노면(Froad)의 경사를 곡선으로 근사하고, 단차 검출 회로(18)는, 곡선에 대한 측정점(I_{m1} , I_{m2} , I_{m3} , I_{m4} , I_{m5})의 높이 데이터의 합치도를 산출한다. 단차 검출 장치(1)는, 이 일련의 처리 사이클을 반복하여 실시한다. 그리고, 단차 검출 회로(18)는, 곡선과 측정점의 근사 오차(합치도의 일례)가 크게 변화하는 개소에 단차가 있다고 판단한다.

[0036] 확장 영역(G_4)에는 단차(LD)가 포함된다. 확장 영역(G_4)에 있어서의 근사 곡선과 측정점(I_{m1} 내지 I_{m7})의 높이 데이터의 합치도는, 그 전의 처리 사이클과 비교하여 크게 변화한다. 왜냐하면, 확장 영역(G_3)과 확장 영역(G_4)의 차분인 소정 범위(Kc)에, 단차(LD) 상에 설정된 측정점(I_{m6} , I_{m7})이 포함되기 때문이다. 이와 같이, 단차 검출 회로(18)는, 이 일련의 처리 사이클에 의해 반복 산출되는 합치도에 기초하여, 단차를 검출한다. 노면의 곡선 근사를 위한 확장 영역을 소정 범위(Kc)씩 단계적으로 차폭 방향으로 확장해가고, 합치도가 낮아지는 곳까

지의 확장 영역(G_1 내지 G_3)을 차도라고 간주할 수 있다. 따라서, 단차의 위치를 고정밀도로 구할 수 있다. 차도를 넓게 이용하여 곡선 근사를 행할 수 있게 되기 때문에, 단차의 판정을 정확하게 할 수 있게 된다.

- [0037] 도 6을 참조하여 도 1의 단차 검출 장치(1)를 사용한 단차 검출 방법의 일례를 설명한다. 먼저, 스텝 S01에서, 측거 센서(12)의 일레인 스테레오 카메라를 사용하여 스테레오 화상을 취득한다.
- [0038] 스텝 S03으로 진행하여, 연산 회로(14)는, 스테레오 화상에 대하여 렌즈의 왜곡을 보정하는 렌즈 왜곡 보정 처리를 행하고, 스테레오 화상 간의 상하 위치를 보정하는 평행화 보정 처리를 행한다. 스텝 S05로 진행하여, 연산 회로(14)는, 스테레오 화상 간의 각 화소의 대응짓기를 추정하는 스테레오 매칭 처리를 행한다. 이에 의해, 차량 주위에 있는 물체까지의 거리 및 방위를 검출할 수 있다. 또한, 연산 회로(14)는, 좌표 변환 처리를 실시함으로써, 측거 데이터의 좌표 상의 차량의 주위에 있어서의 노면의 삼차원 정보를 취득할 수 있다.
- [0039] 스텝 S07로 진행하여, 단차 판정 위치 회로(15)는, 예를 들어 도 2 및 도 3에 도시한 바와 같이, 측거 센서(12)로 검출된 측거 데이터의 좌표 상의 차량의 주위의 노면에 차폭 방향의 선상의 단차 판정 위치(P_a)를 설정한다. 그리고, 단차 판정 위치 회로(15)는, 연산 회로(14)에 의해 취득된 노면의 삼차원 정보로부터, 도 4에 도시한 바와 같이, 단차 판정 위치(P_a)에 있어서의 노면의 측정점의 높이 데이터(측거 데이터)를 산출한다.
- [0040] 스텝 S09로 진행하여, 주행 가능 영역 회로(16)는, 도 5에 도시한 바와 같이, 차량(V_c)의 폭에 대하여 소정의 주행 여유 영역을 부가한 영역을, 단차 판정 위치(P_a)에 있어서의 차량(V_c)의 주행 가능 영역(G_1)으로서 추정한다.
- [0041] 스텝 S11로 진행하여, 노면 경사 회로(17)는, 도 5에 도시한 바와 같이, 주행 가능 영역(G_1) 내의 단차 판정 위치(P_a) 상에 복수의 측정점(I_{m1} , I_{m2} , I_{m3})을 설정한다. 측정점(I_{m1} , I_{m2} , I_{m3})의 높이 데이터를 사용하여, 노면(Froad)의 높이 방향의 경사를 곡선(Croad)으로 근사한다. 그리고, 노면 경사 회로(17)는, 단차 판정 위치(P_a)에 있어서 주행 가능 영역(G_1)을 확장한 확장 영역(G_2 , G_3 , G_4 , $\dots$)의 차폭 방향에 있어서의 노면(Froad)의 경사를 곡선으로 근사한다.
- [0042] 스텝 S13으로 진행하여, 단차 검출 회로(18)는, 곡선(Croad)에 대한 주행 가능 영역(G_1)에 설정된 측정점(I_{m1} , I_{m2} , I_{m3})의 높이 데이터의 제1 합치도를 산출한다. 그리고, 확장 영역(G_2 , G_3 , G_4 , $\dots$)의 차폭 방향에 있어서의 노면(Froad)의 경사를 근사한 곡선에 대한 확장 영역(G_2 , G_3 , G_4 , $\dots$)에 설정된 측정점(I_{m1} , I_{m2} , $\dots$, I_{m6} , I_{m7})의 높이 데이터의 제2 합치도를 산출한다. 그리고, 단차 검출 회로(18)는, 제1 합치도와 제2 합치도에 기초하여, 노면 상의 단차를 검출한다.
- [0043] 도 7을 참조하여, 도 6의 스텝 S09 내지 S13의 상세한 수순의 일례를 설명한다. 우선 스텝 S101에 있어서, 주행 가능 영역 회로(16)는, 차폭 방향의 노면(Froad)의 곡선을 근사하는 범위의 초기값인 주행 가능 영역(G_1)을 추정한다. 그리고, 주행 가능 영역(G_1)으로 차폭 방향의 노면 경사를 곡선(Croad)으로 근사하고(S103), 곡선(Croad)에 대한 측정점(I_{m1} , I_{m2} , I_{m3})의 높이의 합치도를 산출한다(S105). 단차 검출 회로(18)는, 합치도가 소정의 기준값 이하인지 여부를 판단한다. 합치도가 소정의 기준값 이하가 아니면(S107에서 "아니오"), 주행 가능 영역(G_1)에 단차가 포함되어 있지 않다고 판단할 수 있다. 따라서, 스텝 S109로 진행하여, 주행 가능 영역(G_1)을 차폭 방향으로 소정 범위(Kc)만큼 확장한 확장 영역(G_2)을 설정한다. 또한, S107에 있어서의 소정의 기준값으로서는, 예를 들어 10cm를 설정할 수 있다.
- [0044] 단차 검출 장치(1)는, 확장 영역의 넓이에 대하여 설정된 상한값과 확장 영역(G_2)을 비교한다. 확장 영역(G_2)이 상한값을 초과하는 경우(S111에서 "예"), 도로 경계를 이루는 단차의 검출을 단념하고 처리를 종료한다. 확장 영역(G_2)이 상한값을 초과하고 있지 않은 경우(S111에서 "아니오"), 스텝 S103으로 복귀되고, 합치도가 소정의 기준값 이하로 될 때까지, 반복하여, S103 내지 S111을 실시한다.
- [0045] 그리고, 합치도가 소정의 기준값 이하로 된 경우(S107에서 "예"), 단차 검출 회로(18)는, 마지막으로 실시한 스텝 S109에서 추가한 소정 범위(Kc)에 단차가 존재한다고 판단한다(S113).
- [0046] 이상 설명한 바와 같이, 실시 형태에 따르면, 이하의 작용 효과가 얻어진다.
- [0047] 차도가 경사져 있는 경우, 차도의 위치에 따라서 노면의 높이가 변화하기 때문에, 차도의 위치를 취하는 방법에

따라, 노면의 높이 변화량을 정확하게 검출할 수 없는 경우가 있다. 이에 의해, 노면의 높이 변화량을 작게 어렵잡은 경우에는, 단차가 비검출이 되고, 노면의 높이 변화량을 크게 어렵잡은 경우에는, 단차를 오검출하게 된다. 그래서, 차폭 방향의 노면 경사를 곡선으로 근사하고, 이 곡선에 대한 노면의 높이 변위로부터 노면 상의 단차를 검출한다. 구체적으로는, 주행 가능 영역에서의 곡선과 측정점의 합치도에 대하여 주행 가능 영역을 단차 판정 위치 상에서 차폭 방향으로 확장한 확장 영역에서의 합치도가 크게 변화한 경우, 확장에 의해 증가한 개소에, 노면 높이의 급격한 변화, 즉 단차가 있다고 판단할 수 있다. 차도에 경사(칸트)가 있어도 노면 상의 단차를 고정밀도로 검출할 수 있다.

[0048] 주행 가능 영역 회로(16)는, 차량(Vc)의 속도가 빠를수록, 주행 가능 영역(G_1)을 넓게 추정한다. 차속이 고속이면, 고속 도로, 간선 도로 등의 넓은 차도를 주행하고 있을 것이 추정된다. 한편, 차속이 저속인 경우에는, 주택가 등의 좁은 차도를 주행하고 있을 것이 추정된다. 따라서, 단차(LD)를 포함하지 않는, 차량이 주행 가능한 영역을 적절하게 설정할 수 있으므로, 단차(LD)의 검출 정밀도가 향상된다.

[0049] 단차 검출 장치(1)는, 주행 가능 영역(G_1)을 차폭 방향으로 소정 범위(Kc)만큼 확장하고, 소정 범위(Kc)만큼 확장한 확장 영역($G_2, G_3, G_4, \dots$)의 차폭 방향에 있어서 노면(Froad)의 경사를 곡선으로 근사하고, 곡선에 대한 측정점($I_{m1}, I_{m2}, \dots$)의 높이의 합치도를 산출하는 사이클을 반복하여 실시한다. 단차 검출 회로(18)는, 반복 산출되는 합치도에 기초하여, 단차를 검출한다. 노면(Froad)의 곡선 근사를 위한 확장 영역($G_2, G_3, G_4, \dots$)을 소정 범위(Kc)씩 단계적으로 차폭 방향으로 확장하여, 합치도가 낮아지는 곳까지의 확장 영역($G_2, G_3, G_4, \dots$)을 차도라고 간주할 수 있다. 따라서, 단차(LD)의 위치를 고정밀도로 구할 수 있다. 차도를 널리 이용하여 곡선 근사를 행할 수 있게 되기 때문에, 단차(LD)의 판정을 정확하게 할 수 있게 된다. 소정 범위(Kc)를 작게 함으로써, 단차(LD) 판정의 위치 정밀도가 향상된다.

[0050] 상기한 바와 같이 본 발명의 실시 형태를 기재했지만, 이 개시의 일부를 이루는 논술 및 도면은 본 발명을 한정하는 것이라고 이해해서는 안된다. 이 개시로부터 당업자에게는 여러가지 대체 실시 형태, 실시예 및 운용 기술이 명확해질 것이다.

[0051] (제1 변형예)

[0052] 측거 센서(12)로서의 스테레오 카메라를, 차량(Vc)의 전방부가 아니고, 도 8에 도시한 바와 같이, 차량(Vc)의 측부에 설치하고, 스테레오 카메라의 촬상 범위를 차량(Vc)의 측방으로 해도 상관없다. 이 경우에도, 차량(Vc)의 진행 방향을 제1 소정 방향(Da)으로 한다. 이에 의해, 단차 판정 위치 회로(15)는, 차량의 주위(측방)의 노면에, 단차(LD)와 교차하는 선상의 단차 판정 위치(Pa)를 설정할 수 있다. 구체적으로는, 측거 센서(12)로부터 제1 소정 방향(Da)에 소정 거리만큼 떨어지고, 제1 소정 방향(Da)에 직교하는 방향으로 연장되는 단차 판정 위치(Pa)를 설정할 수 있다.

[0053] (제2 변형예)

[0054] 측거 센서(12)의 다른 예로서, 레이저 레인지 파인더(LRF)가 있다. LRF는, 차량 주위의 물체를 향하여 레이저를 조사하고, 물체에 반사되어 되돌아 온 레이저를 관측한다. 그리고, LRF는, 레이저의 조사 방향에 기초하여 물체가 위치하는 방위를 계측함과 함께, 레이저의 조사로부터 반사 레이저의 관측까지의 시간에 기초하여 물체까지의 거리를 계측한다. LRF는, 레이저 스캐너라고도 불린다. LRF의 조사 범위는 임의로 설정 가능하다. 도 9는, 차량(Vc)의 루프 중앙부에 LRF(12)를 설정하고, 주위 전체를 조사 범위로 하는 360도 LRF의 예를 나타낸다. 단차 판정 위치 회로(15)는, 측거 센서(12)로부터 제1 소정 방향(Da)에 소정 거리만큼 떨어지고, 제1 소정 방향(Da)에 직교하는 방향으로 연장되는 단차 판정 위치(Pa)를 설정한다. 따라서, 차량(Vc)의 전방부에 측거 센서(12)를 설치한 도 2의 예와 마찬가지로 하여, 차량(Vc)의 진행 방향을 제1 소정 방향(Da)으로 하므로, 차폭 방향으로 연장되는 단차 판정 위치(Pa)가 차량(Vc)의 전방에 설정된다.

[0055] 또한, 부각을 두어서 LRF를 탑재함으로써 주행중에 차량 진행 방향을 광범위에 걸쳐 조사하는 것이 가능하게 된다. 또한, 복수의 레이저를 동시에 조사 가능한 멀티레이저형의 LRF를 사용하는 것도 가능하다.

[0056] 측거 센서(12)로서 레이저 레인지 파인더(LRF)를 사용한 경우의 단차 검출 방법은, 도 6의 S01 내지 S05 대신에 다음에 나타내는 스텝 S21 및 S23을 실시하는 점이 상이하다. 기타의 스텝 S07 내지 S13은, 도 6과 동일하며, 설명을 생략한다.

[0057] 스텝 S21에 있어서, LRF(12)는 레이저가 조사된 물체의 방위와 함께, 물체까지의 거리를 계측한다. 계측 데이

터는 연산 회로(14)로 송신된다. 스텝 S23으로 진행하여, 연산 회로(14)는, LRF(12)를 원점으로 한 극좌표계의 계측 데이터를, 차량(Vc)을 원점으로 한 직교 좌표계로 변환한다. 이에 의해, 연산 회로(14)는, 차량의 주위에 있어서의 노면의 삼차원 정보를 취득할 수 있다. 그 후, 스텝 S07로 진행한다.

[0058] (제3 변형예)

[0059] 실시 형태에서, 주행 가능 영역 회로(16)는, 차량(Vc)의 속도에 기초하여, 주행 가능 영역(G_1)의 넓이를 정하고 있었다. 차량(Vc)의 속도에 한하지 않고, 기타의 기준을 사용해도, 주행 가능 영역(G_1)의 넓이를 정할 수는 있다. 예를 들어, 주행 가능 영역 회로(16)는, 차량(Vc)이 주행하고 있는 차도(Rr)에 관한 정보(차도 정보)에 기초하여, 주행 가능 영역(G_1)의 넓이를 정해도 된다. 예를 들어, 실제의 도로 경계를 포함하지 않도록, 차도 정보에 포함되는 폭 정보보다도 1m 좁은 범위에서 주행 가능 영역을 설정할 수 있다.

[0060] 도 11에 도시한 바와 같이, 마이크로컴퓨터(13)는 차도 정보 취득 회로(19)를 더 구비한다. 차도 정보 취득 회로(19)는, GPS(20) 및 지도 데이터베이스(21)로부터, 차량(Vc)이 주행하고 있는 차도(Rr)에 관한 정보를 취득한다. 주행 가능 영역 회로(16)는, 차도(Rr)에 관한 정보에 기초하여, 주행 가능 영역(G_1)의 차폭 방향의 거리를 설정할 수 있다. 차도(Rr)에 관한 정보를 사용함으로써, 단차(LD)를 포함하지 않는, 차량(Vc)이 주행 가능한 영역을 적절하게 설정할 수 있으므로, 단차(LD)의 검출 정밀도가 향상된다.

[0061] (제4 변형예)

[0062] 차도 정보 취득 회로(19)가 취득하는 차도(Rr)에 관한 정보는, 주행 가능 영역(G_1)의 넓이의 기준으로서뿐만 아니라, 기타의 파라미터를 설정하기 위한 기준으로서 사용할 수 있다. 예를 들어, 단차 검출 장치(2)는, 차도(Rr)에 관한 정보에 기초하여, 도 7의 S111에 있어서 사용하는 상한값을 설정한다. 예를 들어, LRF의 경우, 조사 범위는 10m 정도이므로, 상한값을 10m로 설정할 수 있다. 확장 영역의 넓이가 상한값을 초과하는 경우에는 단차 검출 처리를 종료할 수 있다. 따라서, 명확한 단차가 없는 도로에 있어서도 일정 시간에 단차 검출 처리를 종료하는 것이 가능하게 된다.

부호의 설명

[0063] 1, 2: 단차 검출 장치

11: 측거부

12: 측거 센서

13: 마이크로컴퓨터

14: 연산 회로

15: 단차 판정 위치 회로

16: 주행 가능 영역 회로

17: 노면 경사 회로

18: 단차 검출 회로

19: 차도 정보 취득 회로

20: GPS(글로벌 포지셔닝 시스템)

21: 지도 데이터베이스

G_1 : 주행 가능 영역

G_2 내지 G_4 : 확장 영역

I_{m1} 내지 I_{m7} : 측정점

Croad: 곡선

Froad: 노면

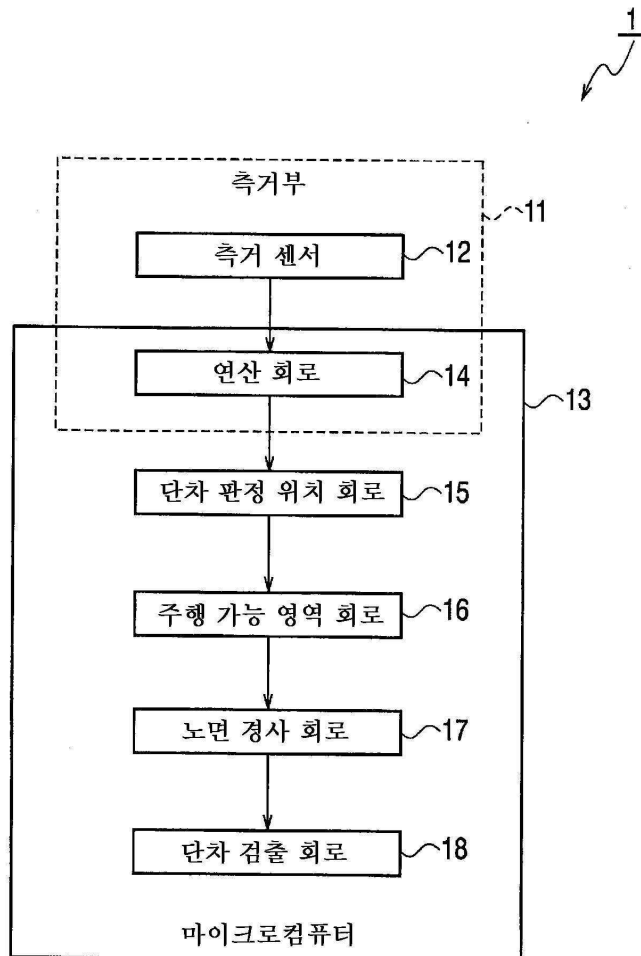
Kc: 소정 범위

Pa: 단차 판정 위치

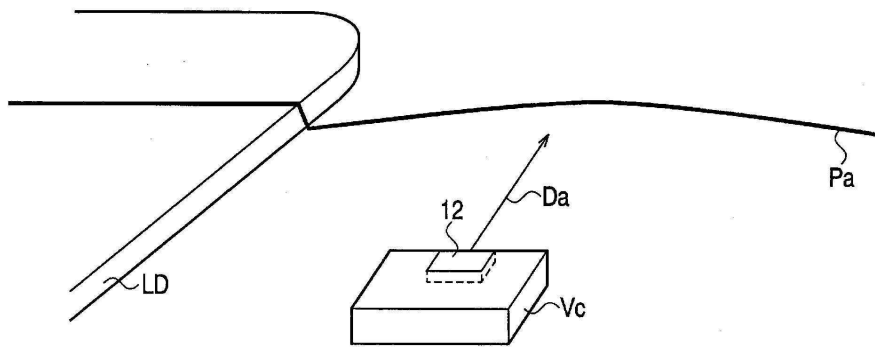
LD: 단차

도면

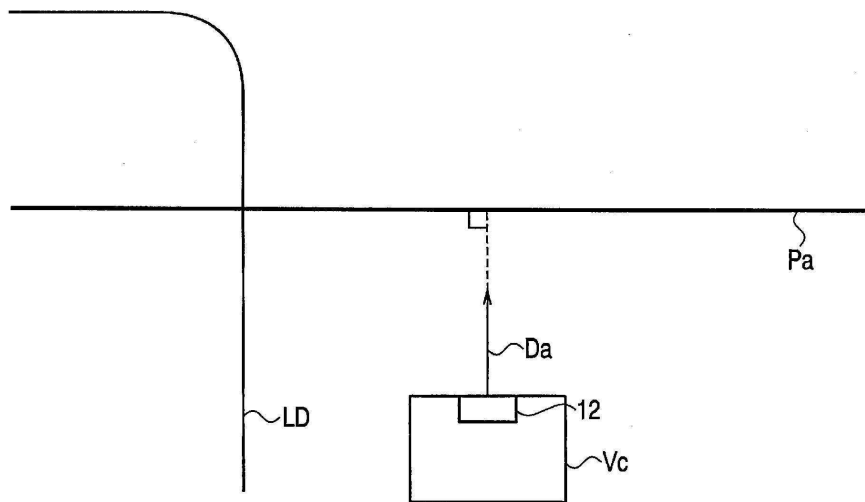
도면1



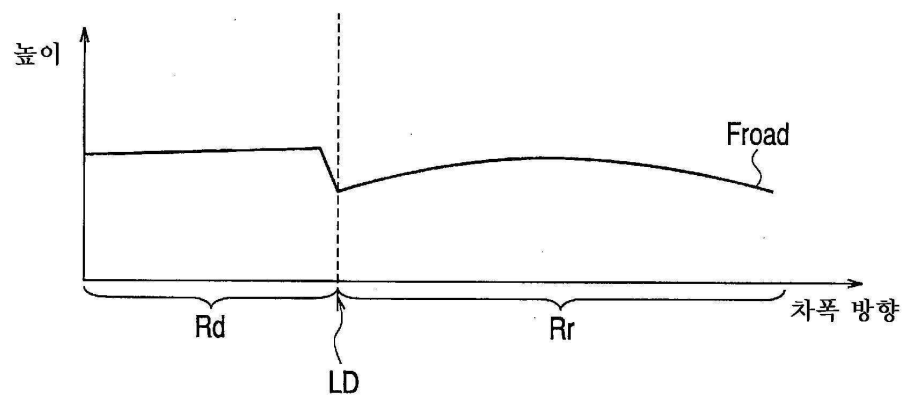
도면2



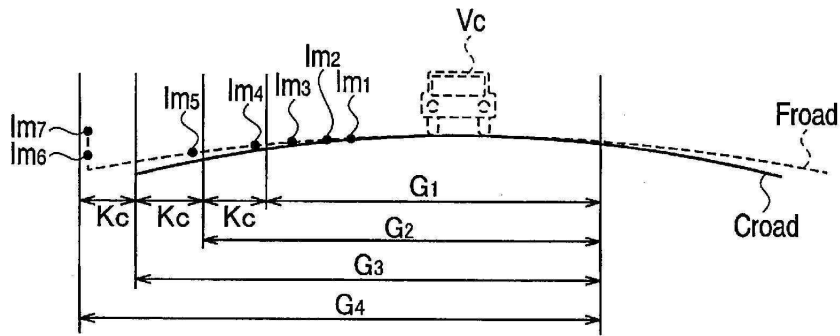
도면3



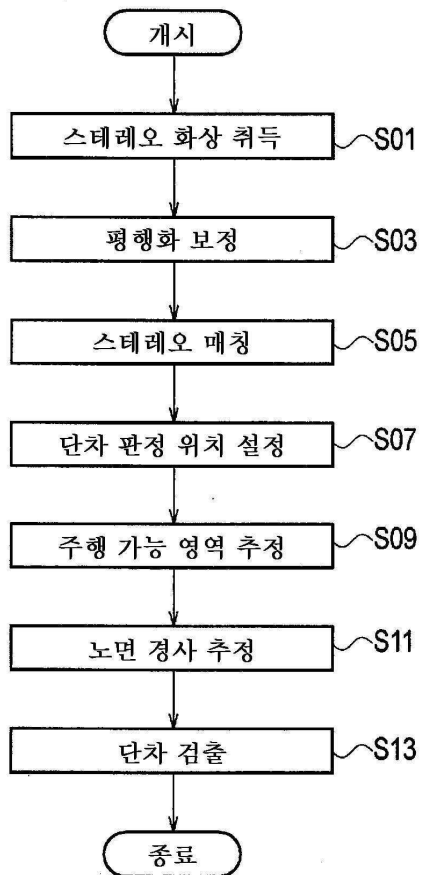
도면4



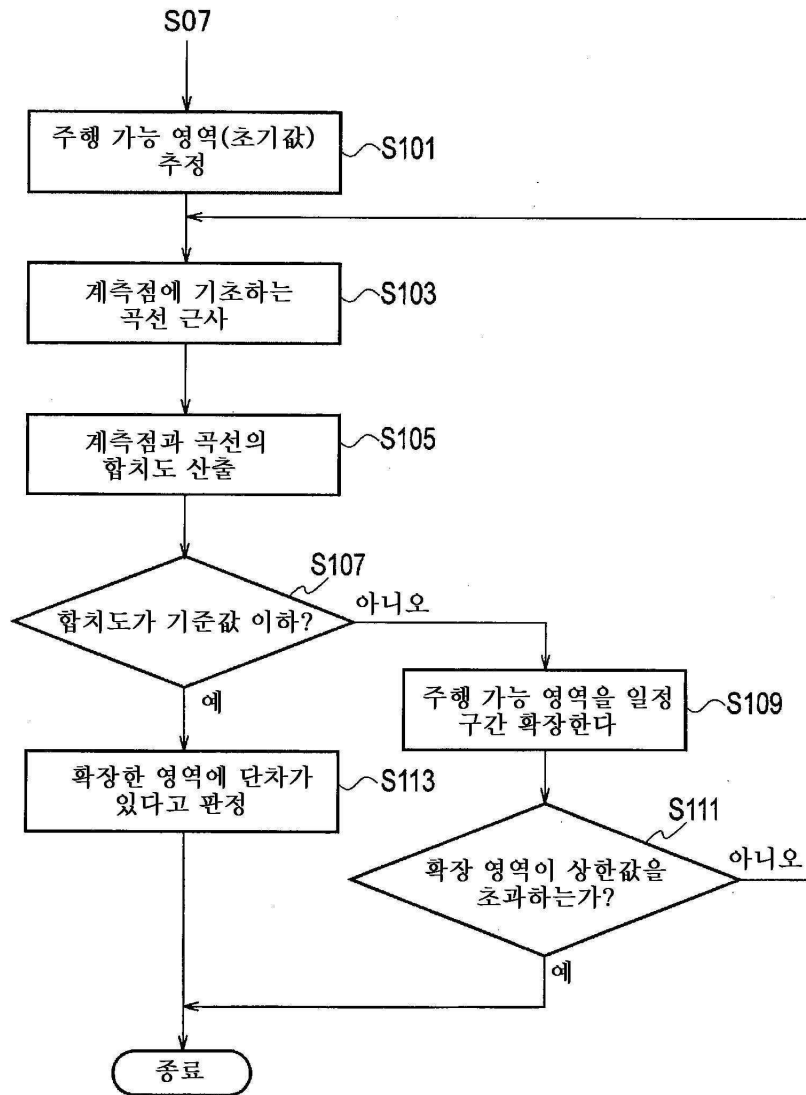
도면5



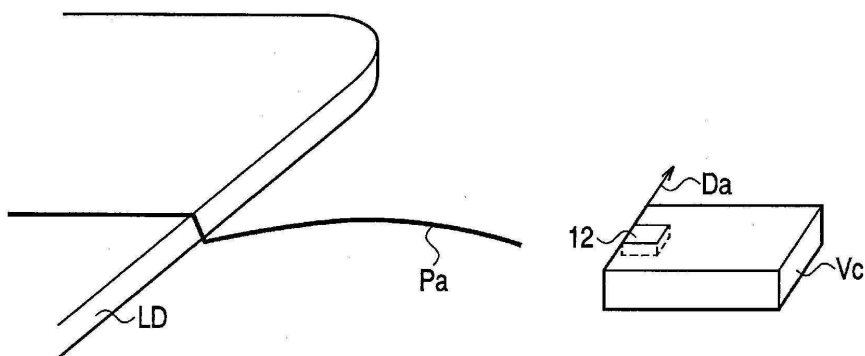
도면6



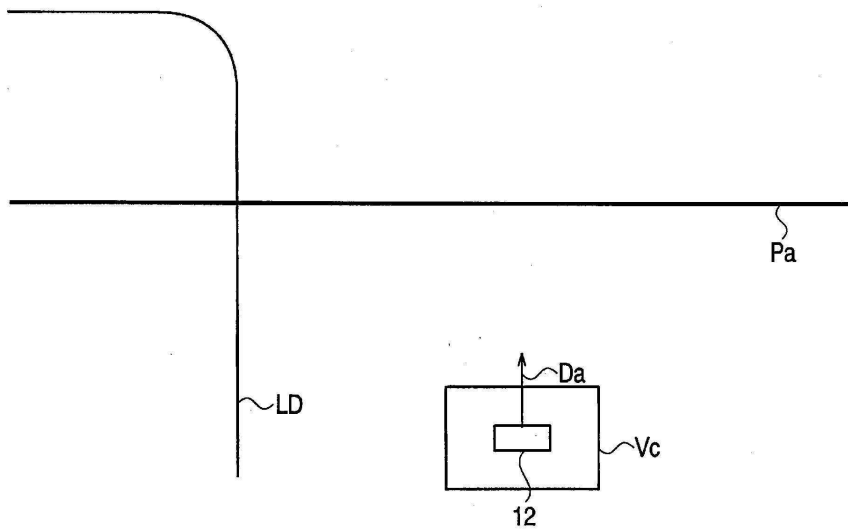
도면7



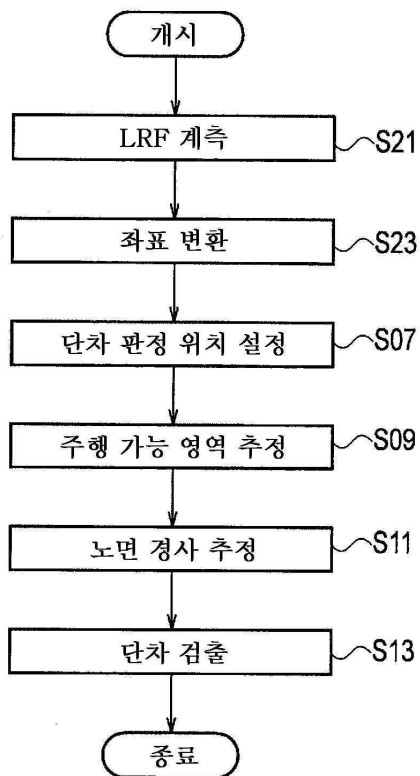
도면8



도면9



도면10



도면11

