



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0033119
(43) 공개일자 2014년03월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 5/232 (2006.01) G03B 5/00 (2006.01)
G03B 15/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7033034
(22) 출원일자(국제) 2012년06월12일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년12월12일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/064955
(87) 국제공개번호 WO 2012/173100
국제공개일자 2012년12월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-134158 2011년06월16일 일본(JP)

(71) 출원인
리코 이메징 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 이타바시구 마에노쵸 2쵸메 35반 7고
(72) 발명자
오타 마코토
일본국 1748639 도쿄도 이타바시구 마에노쵸 2쵸메 35반 7고 리코 이메징 가부시키키가이샤 내
(74) 대리인
송봉식, 정삼영

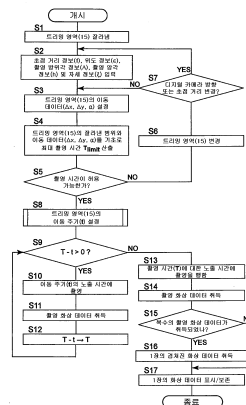
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 천체 자동 추적 촬영 방법 및 천체 자동 추적 촬영 장치

(57) 요약

고가이며 크고 무겁고 복잡한 조정이 필요한 적도의를 사용하지 않고, 고정밀도로 제어가 필요한 액추에이터도 사용하지 않아, 불필요한 연산 처리를 생략하여 CPU의 부담을 저감하며, 천체를 정지한 상태로 나타나도록 선명하게 촬영할 수 있는 천체 자동 추적 촬영 방법 및 천체 자동 추적 촬영 장치를 얻는다. 일주운동에 의해 촬영 장치에 대하여 상대운동 하는 천체를 촬영하기 위하여, 활상 소자의 활상 영역의 일부를 전자적으로 트리밍한 트리밍 영역을 이동시키면서 촬영하는 천체 자동 추적 촬영 방법으로서, 상기 활상 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 정보를 취득하는 단계; 취득한 상기 천체 이미지의 이동 정보에 기초하여, 상기 트리밍 영역의 이동 데이터를 설정하는 단계; 및 설정한 상기 트리밍 영역의 이동 데이터에 기초하여 상기 트리밍 영역을 이동시키면서, 각 이동 후의 트리밍 영역 상에서 촬영을 행하는 단계;를 갖는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

대표도 - 도13



특허청구의 범위

청구항 1

일주운동에 의해 촬영 장치에 대하여 상대운동 하는 천체를 촬영하기 위한, 촬상 소자의 촬상 영역의 일부로부터 전자적으로 트리밍된 트리밍 영역이 천체가 촬영되는 동안 이동되는, 천체 자동 추적 촬영 방법으로서,

상기 촬상 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 정보를 취득하는 단계;

취득한 상기 천체 이미지의 이동 정보에 기초하여, 상기 트리밍 영역의 이동 데이터를 설정하는 단계; 및

설정된 상기 트리밍 영역의 이동 데이터에 기초하여 상기 트리밍 영역을 이동시키면서, 각 이동 후의 트리밍 영역 상에서 촬영을 행하는 단계를 갖는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 촬상 소자의 상기 촬상 영역으로부터 상기 촬상 영역보다도 작은 트리밍 영역을 잘라내는 단계와,

잘라낸 상기 트리밍 영역을 상기 트리밍 영역의 상기 이동 데이터에 기초하여 가상적으로 이동시켰을 때에, 상기 트리밍 영역이 상기 촬상 소자의 상기 촬상 영역 내에 들어갈 수 있는 최장의 시간을 최장 촬영 시간으로서 산출하는 단계와,

산출한 최장 촬영 시간을 촬영 시간으로서 설정하는 단계를 더 갖는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

바람직한 촬영 시간을 설정하는 단계와,

취득한 상기 천체 이미지의 상기 이동 정보에 기초하여, 상기 촬상 소자의 상기 촬상 영역의 이동 데이터를 산출하는 단계와,

설정된 상기 촬영 시간 내에서, 상기 촬상 소자의 상기 촬상 영역이 상기 촬상 영역의 산출된 이동 데이터에 기초하여 가상적으로 이동된 때에, 상기 촬상 소자의 상기 촬상 영역의 공통하여 사용하는 부분으로부터 상기 트리밍 영역을 잘라내는 단계를 더 갖는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 촬상 소자의 상기 촬상 영역은 직사각형 형상이고,

상기 트리밍 영역을 잘라내는 단계에서는, 상기 촬상 소자의 상기 직사각형의 촬상 영역의 장변 및 단변과 평행을 이루는 직사각형의 트리밍 영역이 잘라내지는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 상기 이동 정보는 상기 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 방향, 이동 거리 및 회전각을 포함하는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 트리밍 영역의 상기 이동 데이터는 상기 트리밍 영역의 이동 방향, 이동 거리, 회전각 및 이동 주기를 포

합하는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 이동 데이터를 설정하는 단계에서는, 상기 트리밍 영역의 상기 이동 주기가 상기 트리밍 영역 상에서의 상기 천체 이미지의 사전결정된 시간당 이동 거리가 상기 트리밍 영역의 화소 피치를 초과하지 않는 범위 내에서 설정되는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 이동 정보를 취득하는 단계에서, 상기 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 소정 시간당의 이동 거리는 상기 촬영 광학계의 광축에 대하여 직교하는 방향의 선형이동 성분과, 상기 촬영 광학계의 광축과 평행한 축 둘레의 회전이동 성분으로 나누어 취득되고,

상기 이동 데이터를 설정하는 단계에서, 취득한 상기 선형이동 성분의 이동 거리에 대응하는 상기 트리밍 영역의 이동 주기와 상기 회전이동 성분의 이동 거리에 대응하는 상기 트리밍 영역의 이동 주기 중, 어느 짧은 쪽의 이동 주기가 상기 트리밍 영역의 이동 주기로서 설정되는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 9

제 6 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

촬영 시간 중에, 상기 트리밍 영역의 상기 이동 주기를 갱신하는 단계를 더 갖는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 촬영 장치의 상기 촬영 광학계의 초점 거리 정보, 촬영 지점의 위도 정보, 촬영 방위각 정보, 촬영 앙각(elevation angle) 정보 및 상기 촬영 장치의 자세 정보를 입력하는 단계를 더 갖고,

상기 이동 정보를 취득하는 단계에서, 상기 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 상기 이동 정보는 상기 입력된 정보를 사용함으로써 취득되는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 방법.

청구항 11

일주운동에 의해 촬영 장치에 대하여 상대운동하는 천체를 촬영하기 위한, 촬상 소자의 촬상 영역의 일부로부터 전자적으로 트리밍된 트리밍 영역이 천체가 촬영되는 동안 이동되는, 천체 자동 추적 촬영 장치로서,

상기 촬상 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 정보를 취득하는 취득 수단;

상기 취득 수단에 의해 취득된 상기 천체 이미지의 상기 이동 정보에 기초하여, 상기 트리밍 영역의 이동 데이터를 설정하는 설정 수단; 및

상기 설정 수단에 의해 설정된 상기 트리밍 영역의 상기 이동 데이터에 기초하여 상기 트리밍 영역을 이동시키면서, 각 이동 후의 트리밍 영역 상에서 촬영을 행하는 촬영 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 천체 자동 추적 촬영 장치.

명 세 서

기술 분야

[0001] 본 발명은 천체(celestial object)의 정지 촬영을 가능하게 한 천체 자동 추적 촬영 방법 및 천체 자동 추적 촬영 장치(예컨대, 카메라)에 관한 것이다.

배 경 기 술

- [0002] 촬영 장치를 고정하고 장시간 노출로 천체 촬영을 행하면, 지구의 자전에 의해 촬영 장치에 대하여 상대적으로 천체가 이동(일주운동)하기 때문에, 천체의 이동궤적이 직선 형상 혹은 곡선 형상으로 찍혀 버린다.
- [0003] 장시간 노출로 천체가 정지 상태(광점(luminous point))로 나타나도록 촬영을 행하기 위해서는, 자동 추적 장치를 구비한 적도의(equatorial)가 천체에 대하여 촬영 장치를 움직이면서 촬영하기 위해 사용되는 것이 일반적이다.
- [0004] 그러나, 자동 추적 장치를 구비한 적도의는 일반적으로 고가이고, 무겁고, 취급도 용이하지 않으며, 적도의의 극축이 하늘의 북극과 나란하게 만드는 극 정렬 과정을 필수적으로 수행해야 한다.
- [0005] 최근에는, 적도의를 사용하지 않고 고정된 촬영 장치에서 연속하여 복수회의 촬영 작업(노출 작업)을 행하고, 촬영 후에 복수매의 촬영 화상의 편차량을 검출하고, 각 촬영 화상을 겹쳐서 1매의 화상을 얻는 방법이 제안되었다(특허문헌 1, 2).
- [0006] 그러나, 이 방법에서는, 복수매의 촬영 화상의 편차량을 정확하게 산출하는 것은 사실상 불가능하다. 또한 복수의 천체 화상의 집합체인 천체사진에서는, 동일한 천체를 오류 없이 인식하는 것은 대단히 곤란하다. 또한, 천체 촬영에 있어서의 천체의 이동(일주운동)이 매우 느리기 때문에, 복수회의 촬영을 행하는 주기(촬영 간격)가 지나치게 짧으면, 복수매의 촬영 화상은 거시적인 시점에서는 동일한 것으로 되어(유사한 촬영 화상을 대량으로 얻게 되어), 불필요한 연산 프로세스가 수행됨으로 인해 CPU의 부담이 증대한다.
- [0007] 한편, 적도의를 사용하지 않고 촬영 장치를 고정한 채로, 촬영 장치의 촬상 소자를 구동(이동)시키면서 촬영하는 천체 자동 추적 촬영이 제안되었다(특허문헌 3, 4).
- [0008] 그러나, 이 방법에서는, 촬상 소자를 고정밀도로 이동시키는 액추에이터가 필요하고, 그 제조 및 제어는 상당히 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 일본 특개 2006-279135호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특개 2006-287375호 공보
(특허문헌 0003) 일본 특개 2008-289052호 공보
(특허문헌 0004) 일본 특개 2010-122672호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] (발명의 개요)
- [0011] (발명이 해결하고자 하는 과제)
- [0012] 본 발명은 이상의 문제 의식에 기초하여 완성된 것으로, 고가이며 크고 무겁고 복잡한 조정이 필요한 적도의를 사용하지 않고, 고정밀도로 제어가 필요한 액추에이터도 사용하지 않아, 불필요한 연산 처리를 생략하여 CPU의 부담을 저감하며, 천체를 겹보기에 정지된 상태로 밝게 촬영할 수 있는 천체 자동 추적 촬영 방법 및 천체 자동 추적 촬영 장치를 얻는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명은 촬상 소자의 촬상 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 정보(이동 방향, 이동 거리, 회전각)를 취득하고, 취득한 이동 정보에 기초하여 트리밍 영역의 이동 데이터(이동 방향, 이동 거리, 회전각 및 이동 주기)를 설정하고, 설정한 이동 데이터에 기초하여 트리밍 영역을 이동시키면서 각 이동 후의 트리밍 영역 상에서 촬영을 행하고, 촬영한 각 트리밍 영역 상에서의 촬영 화상을 겹쳐서 1매의 화상을 얻도록 하면, 고가이며 크고 무겁고 복잡한 조정이 필요한 적도의를 사용하지 않고, 고정밀도로 제어가 필요한 액추에이터도 사용하지 않아,

불필요한 연산 처리를 생략하여 CPU의 부담을 저감하며, 천체를 정지 상태로 나타나도록 선명하게 촬영할 수 있다는 착안에 기초하여 이루어진 것이다.

- [0014] 즉 본 발명의 천체 자동 추적 촬영 방법은, 일주운동에 의해 촬영 장치에 대하여 상대운동 하는 천체를 촬영하기 때문에, 촬상 소자의 촬상 영역의 일부를 전자적으로 트리밍한 트리밍 영역을 이동시키면서 촬영하는 천체 자동 추적 촬영 방법으로서, 상기 촬상 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 정보를 취득하는 단계; 취득한 상기 천체 이미지의 이동 정보에 기초하여, 상기 트리밍 영역의 이동 데이터를 설정하는 단계; 및 설정한 상기 트리밍 영역의 이동 데이터에 기초하여 상기 트리밍 영역을 이동시키면서, 각 이동 후의 트리밍 영역 상에서 촬영을 행하는 단계;을 갖는 것을 특징으로 하고 있다.
- [0015] 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위(설정 범위) 및 촬영 시간(노출시간)은 다음 2가지의 방법에 의해 정할 수 있다. 어느 방법에 의해서도, 트리밍 영역(15)의 바람직한 잘라내기 범위(또는 촬영 시간)에 대하여 이상적인 촬영 시간(또는 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위)을 정할 수 있다.
- [0016] 제 1 방법으로서, 촬상 영역보다도 작은 트리밍 영역이 상기 촬상 소자의 촬상 영역으로부터 잘라내지는(설정되는) 단계와, 잘라낸 상기 트리밍 영역이 상기 트리밍 영역의 이동 데이터에 기초하여 가상적으로 이동될 때, 상기 트리밍 영역이 상기 촬상 소자의 촬상 영역 내에 들어갈 수 있는 최장의 시간이 최장 촬영 시간으로서 산출되고, 산출한 최장 촬영 시간은 촬영 시간으로서 설정된다.
- [0017] 제 2 방법으로서, 바람직한 촬영 시간(노출시간)이 설정되고, 상기 촬상 소자의 촬상 영역의 이동 데이터가 취득한 상기 천체 이미지의 이동 정보에 기초하여 산출되고, 설정한 상기 촬영 시간 내에서, 상기 촬상 소자의 촬상 영역이 산출한 상기 촬상 영역의 이동 데이터에 기초하여 가상적으로 이동될 때, 상기 촬상 소자의 촬상 영역 중 공통하여 사용하는 부분으로부터 상기 트리밍 영역이 잘라내진다(설정된다).
- [0018] 상기 트리밍 영역의 잘라내기 단계에서는, 상기 촬상 소자의 직사각형의 촬상 영역의 장변 및 단변과 평행을 이루는 직사각형의 트리밍 영역이 잘라내지는 것이 바람직하다.
- [0019] 따라서, 잘라낸 직사각형의 트리밍 영역의 이동량을 크게 얻을 수 있어, 보다 긴 촬영 시간(노출시간)이 달성될 수 있다.
- [0020] 상기 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 정보는 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 방향, 이동 거리 및 회전각을 포함하고 있다.
- [0021] 상기 트리밍 영역의 이동 데이터는 트리밍 영역의 이동 방향, 이동 거리, 회전각 및 이동 주기를 포함한다.
- [0022] 상기 이동 데이터의 설정 단계에서는, 상기 트리밍 영역의 이동 주기를 상기 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 소정 시간당의 이동 거리가 상기 트리밍 영역의 화소 피치를 초과하지 않는 범위 내에서 설정하는 것이 바람직하다.
- [0023] 따라서, 트리밍 영역 상에 형성되는 천체 이미지가 트리밍 영역의 화소 피치를 걸쳐서 이동하지 않으므로, 천체가 정지 상태(광점 형상)에서 촬영될 수 있다.
- [0024] 상기 이동 정보의 취득 단계에서는, 상기 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 소정 시간당의 이동 거리가 상기 촬영 광학계의 광축에 대하여 직교하는 방향의 평행이동 성분과, 이 광축에 평행한 축 둘레의 회전이동 성분으로 나누어 취득되는 것이 바람직하다. 상기 이동 데이터의 설정 단계에서는, 취득한 상기 평행이동 성분의 이동 거리에 대응하는 트리밍 영역의 이동 주기와 상기 회전이동 성분의 이동 거리에 대응하는 트리밍 영역의 이동 주기 중, 어느 하나의 짧은 쪽의 이동 주기가 상기 트리밍 영역의 이동 주기로서 설정되는 것이 바람직하다.
- [0025] 이렇게 하면, 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 선형이동 성분(회전이동 성분)의 이동 거리가 회전이동 성분(선형이동 성분)의 이동 거리에 대하여 지나치게 커지지 않으므로, 천체가 정지 상태(광점 형상)로 나타나도록 촬영될 수 있다.
- [0026] 본 발명의 천체 자동 추적 촬영 방법은, 촬영 시간 중에, 상기 트리밍 영역의 이동 주기가 갱신될 수 있는 갱신 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 이와 같이 하면, 촬영 시간 중에 추적 조건이 변화된 경우이더라도, 변화된 추적 조건에 따른 최적의 이동 주기로 트리밍 영역이 이동될 수 있다.

[0028] 본 발명에 따른 천체 자동 추적 촬영 방법은 상기 촬영 장치의 촬영 광학계의 초점 거리 정보, 촬영 지점의 위도 정보, 촬영 방위각 정보, 촬영 앙각(elevation angle) 정보 및 촬영 장치의 자세 정보를 입력하는 단계를 더 갖고, 상기 이동 정보의 취득 단계에서는, 입력된 정보를 사용하여, 상기 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 정보가 취득될 수 있다.

[0029] 이렇게 하면, 트리밍 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 정보는 보다 정확하게 산출될 수 있다.

[0030] 본 발명의 천체 자동 추적 촬영 장치는, 일주운동에 의해 촬영 장치에 대하여 상대운동 하는 천체를 촬영하기 위하여, 촬상 소자의 촬상 영역의 일부를 전자적으로 트리밍한 트리밍 영역을 이동시키면서 촬영하는 천체 자동 추적 촬영 장치로서, 상기 촬상 영역 상에서의 천체 이미지의 이동 정보를 취득하는 취득 수단; 상기 취득 수단이 취득한 상기 천체 이미지의 이동 정보에 기초하여, 상기 트리밍 영역의 이동 데이터를 설정하는 설정 수단; 및 상기 설정 수단이 설정한 상기 트리밍 영역의 이동 데이터에 기초하여 상기 트리밍 영역을 이동시키면서, 각 이동 후의 트리밍 영역 상에서 촬영을 행하는 촬영 수단;을 갖는 것을 특징으로 하고 있다.

발명의 효과

[0031] 본 발명에 의하면, 고가이며 크고 무겁고 복잡한 조정이 필요한 적도위를 사용하지 않고, 고정밀도로 제어가 필요한 액추에이터도 사용하지 않아, 불필요한 연산 처리를 생략하여 CPU의 부담을 저감하고, 천체를 정지된 상태로 나타나도록 선명하게 촬영할 수 있는 천체 자동 추적 촬영 방법 및 천체 자동 추적 촬영 장치가 얻어진다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명에 의한 천체 자동 추적 촬영 장치인 디지털 카메라의 구성을 나타내는 블록도이다.
 도 2a는 트리밍 영역이 설정된 촬상 소자의 촬상면(촬상 영역)을 나타내는 도면이다.
 도 2b는 촬상 소자의 촬상면 내에서의 트리밍 영역의 선형이동을 나타내는 도면이다.
 도 2c는 촬상 소자의 촬상면 내에서의 트리밍 영역의 회전을 나타내는 도면이다.
 도 3은 북극점에서 천체 촬영하는 모습을 천구의 반경을 r 로 하여 나타낸 도면이다.
 도 4는 도 3을 바로 아래에서 본 모습을 설명하는 도면이다.
 도 5는 천체의 궤도(원 궤도)를 상이한 방향(a_1 내지 a_4)에서 본 모습을 설명하는 도면이다.
 도 6은 원 궤도의 천체를 상이한 방향(a_1 내지 a_4)에서 촬영한 경우의 천체의 궤적의 화상을 나타낸 도면이다.
 도 7은 천체에 카메라를 향하게 하고, 지구의 자전에 의해 천체 화상이 그리는 궤적을 설명하는 도면이다.
 도 8은 천체가 겉보기에 타원(원) 궤도를 그리며 이동하는 경우, 천체를 촬상 센서 중심에 잡고 천체의 이동에 대하여 추종하는 모습을 설명하는 도면이다.
 도 9는 타원과 타원에 대한 접선 간의 관계를 설명하는 도면이다.
 도 10은 본 발명에 따른 천체 자동 추적 촬영을 설명하는 천구도이다.
 도 11은 북극점, 목표의 천체 및 천정을 연결하는, 도 10에 도시된 천체의 반구 상의 구면 삼각형을 나타낸 도면이다.
 도 12는 디지털 카메라가 그 촬영 광축 둘레로 수평으로부터 기울어 있는 모습을 나타낸 도면이다.
 도 13은 본 발명에 의한 천체 자동 추적 촬영을 행하기 위한 제 1 방법을 나타내는 플로우차트이다.
 도 14는 트리밍 영역의 잘라내기 범위(설정 범위) 및 촬영 시간(노출시간)을 결정하는 제 1 방법을 나타내고, 도 14a는 최초로 트리밍 영역을 잘라낸(설정한) 상태를 나타내고, 도 14b는 잘라낸(설정한) 트리밍 영역을 이동 데이터를 따라 이동시킨 상태를 나타낸다.
 도 15는 트리밍 영역의 이동 주기를 설정하는 방법을 나타내는 플로우차트이다.
 도 16은 본 발명에 의한 천체 자동 추적 촬영을 행하기 위한 제 2 방법을 나타내는 플로우차트이다.
 도 17은 트리밍 영역의 잘라내기 범위(설정 범위) 및 촬영 시간(노출 시간)을 결정하는 제 2 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] (발명을 실시하기 위한 형태)
- [0034] 이하, 도 1 또는 도 17을 참조하여, 본 발명의 전체 자동 추적 촬영 장치로서 역할하는 하나의 실시예의 디지털 카메라(촬영 장치)(10)가 서술된다.
- [0035] 도 1에 도시하는 바와 같이, 디지털 카메라(10)는 카메라 보디(11)와, (촬영 광학계(101L)를 포함한) 촬영 렌즈(101)를 구비하고 있다. 디지털 카메라(10)는 카메라 보디(11) 내에, 촬영 광학계(101L)의 후방에 촬상 센서(촬상 소자)(13)가 설치되어 있다. 촬영 광학계(101L)의 광축(촬영 광축)(L0)과, 촬상 센서(13)의 촬상면(촬상 영역)(14)은 직교하고 있다.
- [0036] 도 2a에 도시하는 바와 같이, 촬상 센서(13)의 촬상면(14)은 직사각형 형상이다. 이 직사각형의 촬상면(14)의 일부는 전자적으로 트리밍한 직사각형의 트리밍 영역(15)으로 설정되어 있다.
- [0037] 도 2b에 도시하는 바와 같이, 트리밍 영역(15)은, 촬상면(14) 내에서, 촬영 광학계(101L)의 광축(L0)과 직교하는 원하는 이동량(예를 들면, 횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy))만큼 원하는 이동속도로 선형 이동하도록 제어된다.
- [0038] 도 2c에 도시하는 바와 같이, 트리밍 영역(15)은 광축(L0)과 평행한 축(광축(L0)과 직교하는 면 내의 어딘가에 위치하는 순간 중심)을 중심으로 하여 원하는 회전량(예를 들면, 회전각(α))만큼 원하는 회전속도로 회전하도록 회전 제어된다.
- [0039] 촬영 렌즈(101)는 촬영 광학계(101L) 내에 조리개(103)를 구비하고 있다. 조리개값(f-number)(조리개(103)의 개폐 정도)은 카메라 보디(11) 내에 구비된 조리개 구동 제어 기구(17)에 의해 제어된다. 촬영 렌즈(101)는 촬영 광학계(101L)의 초점 거리 정보(f)를 검출하는 초점 거리 검출 장치(초점 거리 정보 입력 수단)(105)를 구비하고 있다.
- [0040] 카메라 보디(11)는 촬상 센서(13)에서 촬상한 화상을 표시하는 LCD 모니터(23)와, 촬상 센서(13)에 의해 촬상된 화상에 대한 데이터를 저장하는 메모리 카드(25)를 구비하고 있다. 또한 카메라 보디(11)는 전원 스위치(27)와, 릴리즈 스위치(28)와, 설정 스위치(30)를 구비하고 있다. 전원 스위치(27)는 디지털 카메라(10)의 전원의 온 오프를 전환하기 위한 스위치이다. 릴리즈 스위치(28)는 초점 조절 처리, 측광 처리 및 촬영(촬상) 처리를 실행하기 위한 스위치이다. 설정 스위치(30)는 전체 자동 추적 촬영 모드나 통상 촬영 모드 등의 다양한 촬영 모드를 선택 설정하기 위한 스위치이다.
- [0041] 카메라 보디(11)는 GPS 유닛(위도 정보 입력 수단)(31)과, 방위각 센서(촬영 방위각 정보 입력 수단)(33)와, 중력 센서(촬영 양각 정보 입력 수단, 고도 입력 수단)(35)을 구비하고 있다. GPS 유닛(31)은 디지털 카메라(10)의 촬영 지점의 위도 정보(ε)를 검출한다. 방위각 센서(33)는 디지털 카메라(10)의 촬영 지점의 촬영 방위각 정보(A)를 검출한다. 중력 센서(35)는 수준 기능을 가지고 있고, 디지털 카메라(10)의 촬영 지점의 촬영 양각 정보(h)를 검출하고, 카메라 보디(11)(촬상 센서(13))의 자세 정보(ξ)(도 12 참조)를 검출한다. 자세 정보(ξ)는 카메라 보디(11)(촬상 센서(13))의 기준 위치로부터의 촬영 광축(L0)(촬상 센서(13)의 촬상면(14)의 중심(C))을 중심으로 하는 카메라 보디(11)의 회전각에 대한 정보를 의미한다. 카메라 보디(11)(촬상 센서(13))의 기준 위치는, 예를 들면, 직사각형의 촬상 센서(13)의 장변 방향을 수평 방향(X 방향)으로 한 위치이며, 카메라 보디(11)가 광 축(L0)에 대하여 회전(틸트)된 후 카메라 보디(11)의 장축 방향(X')과 수평 방향(X') 사이의 각(ξ)(도 12 참조)은 이러한 회전각 정보와 대응한다.
- [0042] 카메라 보디(11)에는, 디지털 카메라(10)의 전체의 기능을 제어하는 CPU(취득 수단, 설정 수단, 촬영 수단, 편집기 수단)(21)이 탑재되어 있다. CPU(21)는 트리밍 영역(15)(촬상면(14))의 화소 피치 정보를 유지하는 화소 피치 정보 유지부(21A)를 구비하고 있다.
- [0043] CPU(21)는 초점 거리 검출 장치(105)로부터 입력한 초점 거리 정보(f)와, GPS 유닛(31)으로부터 입력한 위도 정보(ε)와, 방위각 센서(33)로부터 입력한 촬영 방위각 정보(A)와, 중력 센서(35)로부터 입력한 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(ξ)와, 화소 피치 유지부(21A)가 유지하는 트리밍 영역(15)의 화소 피치 정보에 기초하여 촬상 센서(13)에 대하여 트리밍 지시 신호를 보냄으로써, 촬상 센서(13)의 촬상면(14)에서 트리밍 영역(15)을 이동시킨다. 이하, CPU(21)에 의한 트리밍 영역(15)의 이동 제어에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0044] CPU(21)는 초점 거리 검출 장치(105)로부터 입력한 초점 거리 정보(f)와, GPS 유닛(31)으로부터 입력한 위도 정보

보(ε)와, 방위각 센서(33)로부터 입력한 촬영 방위각 정보(A)와, 중력 센서(35)로부터 입력한 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(ξ)를 사용하여, 촬상면(14) 상에서의 천체 이미지의 소정 시간당의 이동 정보를 취득한다.

[0045] 이 이동 정보는 촬상면(14) 상에서의 천체 이미지의 횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α)을 포함한다. 횡방향 이동량(Δx)과 종방향 이동량(Δy)을 합성한 벡터 성분의 방향은 트리밍 영역(15) 상에서의 천체 이미지의 이동 방향에 상당한다. 횡방향 이동량(Δx)과 종방향 이동량(Δy)을 합성한 벡터 성분의 길이는 트리밍 영역(15) 상에서의 천체 이미지의 이동 거리에 상당한다.

[0046] CPU(21)는 취득한 촬상면(14) 상에서의 천체 이미지의 이동 정보(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α))에 기초하여 트리밍 영역(15)의 이동 데이터를 설정한다. 이 이동 데이터는 트리밍 영역(15) 상에서의 천체 이미지의 결상 위치가 항상 고정되도록 촬상 센서(13)의 촬상면(14)에서 트리밍 영역(15)을 이동시키기 위한 데이터이다.

[0047] 이 이동 데이터는 트리밍 영역(15)의 횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α), 이동 주기(t)를 포함한다. 횡방향 이동량(Δx)과 종방향 이동량(Δy)을 합성한 벡터 성분의 방향은 트리밍 영역(15)의 이동 방향에 상당한다. 횡방향 이동량(Δx)과 종방향 이동량(Δy)을 합성한 벡터 성분의 길이는 트리밍 영역(15)의 이동 거리에 상당한다.

[0048] CPU(21)는 설정한 트리밍 영역(15)의 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α), 이동 주기(t))에 기초하여 촬상 센서(13)의 촬상면(14)에서 트리밍 영역(15)을 이동시킨다.

[0049] CPU(21)는 초점 거리 검출 장치(105)로부터 입력한 초점 거리 정보(f)와, 트리밍 영역(15) 상에서의 천체 이미지의 소정 시간당의 이동 거리와, 화소 피치 정보 유지부(21A)가 유지하는 트리밍 영역(15)의 화소 피치 정보에 기초하여, 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)를 설정한다.

[0050] 보다 구체적으로 CPU(21)는 트리밍 영역(15) 상에서의 천체 이미지의 소정 시간당의 이동 거리가, 트리밍 영역(15)의 화소 피치를 초과하지 않는 범위 내에서, 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)를 설정한다. 이것에 의해, 트리밍 영역(15) 상에 형성되는 천체 이미지가 트리밍 영역(15)의 화소 피치를 겹쳐서 이동하는 일이 없기 때문에, 천체는 정지 상태(광점 형상)로 촬영될 수 있다.

[0051] 이제, 트리밍 영역(15)의 이동 주기의 허용할 수 있는 최대값을 t_{\max} , 트리밍 영역(15)의 화소 피치를 a, 이동 주기(t)에서의 트리밍 영역(15) 상에서의 천체 이미지의 이동 거리를 L로 정의한다.

[0052] 촬영 화상에 천체 이미지의 이동이 흐릿하게 찍히지 않도록 하기 위해서는, 이동 주기(t)에서의 트리밍 영역(15) 상에서의 천체 이미지의 이동 거리(L)가 트리밍 영역(15)의 화소 피치(a) 이내이면 된다. 즉 트리밍 영역(15)의 이동 주기의 허용할 수 있는 최대값(t_{\max})은 $a=L$ 이 성립할 때의 이동 주기(t)를 의미한다. CPU(21)는 $0.5t_{\max} < t \leq t_{\max}$ 를 만족하도록 이동 주기(t)를 설정하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 트리밍 영역(15)을 천체의 일주운동에 양호하게 추종시킴으로써 천체는 정지상태(광점 형상)로 촬영될 수 있고, 불필요한 연산 처리를 생략하여 CPU(21)의 부담을 저감할 수 있다. 이 조건식의 상한을 초과하면, 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)가 지나치게 길어져, 천체의 이동궤적이 직선 형상 혹은 곡선 형상으로 찍혀 버린다. 이 조건식의 하한을 초과하면, 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)가 지나치게 짧아져서, 거시적으로 보아 동일한 것 같은 촬영 화상을 대량으로 얻게 되기 때문에, 불필요한 연산 처리가 증가하여 CPU(21)의 부담이 증대한다.

[0053] 예를 들면, 트리밍 영역(15)의 횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy)만을 고려한 경우의 트리밍 영역(15)의 이동 주기를 t_{xy} 라고 하면, 다음 식(1)이 성립한다.

[0054]
$$L = f \cdot \sin \theta \cdot \sin(2 \cdot \pi / 24 / 60 / 60 \cdot t_{xy}) \cdot \dots (1)$$

[0055] 여기서, θ 는 북극성으로부터 촬영 목표점까지의 각도를 의미하고, f는 초점 거리 검출 장치(105)로부터 입력된 촬영 렌즈(101)의 초점 거리 정보를 의미한다.

[0056] 이 식 (1)의 이동 거리(L)를 화소 피치(a)로 치환하고($a=L$), 이동 주기(t_{xy})에 대하여 변형하면, 다음 식 (2)가 성립한다.

[0057]
$$t_{xy} = \arcsin(a / f / \sin \theta) \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 / 2 \pi \cdot \dots (2)$$

[0058] 이 식 (2)에서 $a=5\mu m$, $f=100mm$ 로 하고, 적도 상의 점에서 촬영하는 경우($\theta=90^\circ$)를 가정하면, 이동 주기(t_{xy})

는,

[0059] $t_{xy} = \arcsin(5/100000/1) \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60/2/\pi = 0.687549$ 초

[0060] 가 된다.

[0061] 이 값은 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_{xy})의 허용할 수 있는 최대값에 상당하므로, CPU(21)는 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_{xy})로서 0.687549초 이내의 값을 설정한다.

[0062] 또한 트리밍 영역(15)의 회전각(α)만을 고려한 경우의 트리밍 영역(15)의 이동 주기를 t_α 라고 하면, 다음 식 (3)이 성립한다.

[0063] $L = b \cdot \pi / 24 / 60 / 60 \cdot t_\alpha \cdot \cos \Theta \cdots (3)$

[0064] 여기서, 'b'는 촬상 센서(13)의 트리밍 영역(15)의 대각 사이즈를 의미한다.

[0065] 이 식 (3)의 이동 거리(L)를 화소 피치(a)로 치환하고($a=L$), 이동 주기(t_α)에 대하여 변형하면, 다음 식 (4)이 성립한다.

[0066] $t_\alpha = a/b/\pi \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60/\cos \Theta \cdots (4)$

[0067] 이 식 (4)에서 $a=5\mu m$, $b=28.4mm$ 로 하고, 북극성을 촬영하는 경우($\Theta=0^\circ$)를 가정하면, 이동 주기(t_α)는,

[0068] $t_\alpha = 5/28400/\pi \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60/1 = 4.841897$ 초

[0069] 가 된다.

[0070] 이 값은 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_α)의 허용할 수 있는 최대값에 상당하므로, CPU(21)는 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_α)로서 4.841897초 이내의 값을 설정한다.

[0071] CPU(21)는 선형이동 성분(Δx , Δy)의 이동 거리에 대응하는 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_{xy})와, 회전이동 성분(α)의 이동 거리에 대응하는 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_α) 중 어느 짧은 쪽의 이동 주기(이 예에서는 이동 주기(t_{xy}))를 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)로서 설정한다. 이것에 의해, 트리밍 영역(15) 상에서의 천체 이미지의 선형이동 성분(회전이동 성분)의 이동 거리가 회전이동 성분(평행이동 성분)의 이동 거리에 대하여 지나치게 커지지 않으므로, 천체를 정지 상태(광점 형상)에서 촬영할 수 있다.

[0072] CPU(21)는 이상과 같이 하여 설정한 트리밍 영역(15)의 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α), 이동 주기(t)(t_{xy} 또는 t_α))에 기초하여 트리밍 영역(15)을 이동시키면서, 각 이동 주기(t)의 트리밍 영역(15) 상에서 촬영(노출)을 행하고, 각 이동 주기(t)의 트리밍 영역(15)에서의 촬영 화상을 겹쳐서 1장의 화상을 얻는다. 트리밍 영역(15)이 이동하고 있는 동안, 트리밍 영역(15) 상에서의 천체 이미지의 결상 위치는 고정되어 있으므로, 겹쳐서 얻어지는 1장의 화상은 일주운동에 의해 이동하는 천체가 정지 상태로 나타나도록 정지한 상태로 밝게 찍혀 있다.

[0073] 계속해서, 도 3 또는 도 12를 참조하여, 트리밍 영역(15)의 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α))를 산출하기 위한 원리를 설명한다.

[0074] 「북극점(위도 90°)으로부터 촬영하는 경우」

[0075] 지구상의 북극점(위도 90°)으로부터 촬영하는 경우란 지축(자전축)의 연장 상에 위치하는 북극성(하늘의 극)이 천정과 일치하고 있는 상태(도 3)에서의 촬영이다.

[0076] 천구를 유한의 구체로 보고, 실제로는 무한대가 되는 천구의 반경을 도 3과 같이 유한한 r 로 두고, 디지털 카메라(10)의 촬영 광학계(10IL)의 광축(L0)과 북극성으로부터의 벗어남 각도(하늘의 극 방향과 촬영 광학계 광축(L0)이 이루는 각)를 θ 로 가정한다. 이 때, 디지털 카메라(10)의 촬영 양각(h)은 $90-\theta$ ($h=90-\theta$)이다.

[0077] 천구를 도 4와 같이 바로 아래에서 본 경우, 모든 천체는 북극성(하늘의 극)을 중심으로 원 궤도를 그린다. 그 원 궤도의 반경을 R로 정하면, 원 궤도의 반경(R)은 디지털 카메라(10)의 촬영 양각(h)에 의존하므로, θ 로 표시할 수 있다. 원 궤도의 반경(R)은 아래의 식으로 주어진다.

- [0078] $R=r \times \sin \theta \cdots (5)$
- [0079] 천체가 원 궤도를 따라 한바퀴 360° 를 24시간(=1440분=86400초)에 회전하는 것으로 하여, u초마다 ϕ 각도만큼 회전하는 경우, 아래의 식이 성립한다.
- [0080] $\phi=0.004167 \times u[\text{deg}] \cdots (6)$
- [0081] 도 5와 같이 천체가 그리는 궤도가 원 궤도이어도, 이 궤도의 화상은 도 6의 (a1) 내지 (a4)에 도시된 바와 같이 상이한데, 도 6(a1)은 바로 아래에서 본 천체의 원 궤도의 화상을 도시하고, 도 6(a2) 및 6(a3)은 각각 아래에서 비스듬하게 본 원 궤도의 화상을 도시하고, 도 6(a4)은 수평 방향으로 바로 본 원 궤도와 동일한 원형 경로의 화상을 도시한다. 즉, 천체는 마치 원 궤도를 그리며 움직이고 있는 것처럼 나타나지만, 전체가 실제로 카메라로 촬영되는 경우에는, 카메라의 촬영 각각(h)이 천체의 결상 상태에 영향을 준다.
- [0082] 비스듬히 보았을 때 원이 타원으로 보이므로, 이들 궤적은 아래의 식으로부터 구할 수 있다.
- [0083] $X_r=R \times \sin \theta \cdots (7)$
- [0084] $Y_r=R \times \cos \theta=r \times \sin \theta \times \cos \theta \cdots (8)$
- [0085] 여기서, X_r 은 타원의 장축의 반경을 나타내고, Y_r 은 타원의 단축의 반경을 나타낸다.
- [0086] 그래서, 도 4, 도 5, 도 7에 도시한 바와 같이, 천체에 디지털 카메라(10)를 향하게 하고, 천체(지구)가 ϕ 각도만큼 회전했을 때 천체의 궤적은 X 방향 성분(천구의 위선 방향), Y 방향 성분(천구의 경선 방향)으로 나누어 설명된다. X 방향의 이동량(x)은 아래의 식으로 표현될 것이다.
- [0087] $x=R \times \sin \phi \cdots (9)$
- [0088] Y 방향의 이동량(y)은 원 궤도를 보고 있는 방향에 따라 상이하다.
- [0089] 도 7 중에서, (D점으로부터 E점으로 뺀) 화살표로 나타낸 천체의 궤적은 도 7(a1)에 도시된 원 궤도와 유사하게, 바로 아래에서 본 경우($\theta=0^\circ$)에 완전한 원 아크의 형상이다. 실제로는 $\theta=0$ 에서는, 원의 반경(R)도 0이 되어 원이 하나의 점으로 밖에 보이지 않지만, 여기에서는 간단하게 하기 위해, R을 유한한 값으로 가정한다. 이 때, Y 방향의 이동량(y)은 최대가 된다.
- [0090] 그리고, 천체의 경로를 도 7(a2) 및 7(a3)에 도시된 바와 같이 더욱 비스듬하게 볼수록 이동량(y)이 작아지기 때문에, Y 방향의 이동량(y)은 원 궤도를 도 7(a4)에 도시된 바와 같이 바로 옆에서 보았을 때 최소(=0)가 된다.
- [0091] 천체의 궤도가 원형 아크 형상인 도 7로부터, Y 방향의 이동량(y)의 최대량(Y_{\max})이 아래의 식으로 표현됨이 이해될 것이다.
- [0092] $Y_{\max}=R \times \cos \phi \cdots (10)$
- [0093] 따라서 Y 방향의 이동량(y)은 아래의 식으로 표현된다.
- [0094] $y=Y_{\max} \times \cos \theta=(R \times \cos \phi) \times \cos \theta \cdots (11)$
- [0095] 식 9 및 11에 식 (5)를 대입하면, X 방향의 이동량(x) 및 Y 방향의 이동량(y)은 아래의 식으로 표현된다.
- [0096] $x=r \times \sin \theta \times \sin \phi \cdots (12)$
- [0097] $y=r \times \sin \theta \times \cos \theta (1-\cos \phi) \cdots (13)$
- [0098] 실제의 디지털 카메라(10)를 사용하여 천구에 대한 계산을 하기 위해서는, 촬상면(14) 상에 사영(射影)한 X 방향 및 Y 방향으로 트리밍 영역(15) 상에서의 이동량(Δx 와 Δy)이 구해진다. 무한대가 되는 천구 반경(R)은 촬영 렌즈(101)의 초점 거리(f)에 의해 표현되고, 이동량(Δx , Δy)은 아래의 식을 사용하여 계산된다.
- [0099] $\Delta x=f \times \sin \theta \times \sin \phi \cdots (14)$
- [0100] $\Delta y=f \times \sin \theta \times \cos \theta (1-\cos \phi) \cdots (15)$
- [0101] 즉, 트리밍 영역(15)의 광축 직교면 내에서의 이동량은 디지털 카메라(10)에 장착된 촬영 렌즈(101)의 초점 거

리(f)에 의해 변화된다.

- [0102] 다음에 촬영시에 트리밍 영역(15)을 어느 만큼 회전하면 되는지를 구한다. 상기한 바와 같이, 디지털 카메라(10)로부터 천체를 본 경우, 천체의 궤도는 원 혹은 타원 궤도로서 보인다. 도 8과 같이 점(F)의 천체가 타원(원) 궤도를 그리며 이동하는 경우, 점(F)을 트리밍 영역(15)의 중심(C)에 잡고, $F \rightarrow F'$ 이라고 하는 이동에 대하여 추종하면, 트리밍 영역(15)의 중심(C)을 Δx , Δy 이동시키면 된다. 그러나, 점 F의 주위에, 예를 들면, J라고 하는 천체가 있었을 경우, 점(J)은 점 J'로 이동한다. 이 점(J)에 대해서도 추종을 행하기 위해서는, 트리밍 영역(15)의 중심(C)을 중심으로 하여 트리밍 영역(15)만 회전하면 된다. 그 회전각도는 점(F')에서의 타원의 접선(L)의 경사각(점(F)에서의 타원의 접선과 점(F')에서의 타원의 접선이 이루는 각)(α)에 대응한다. 아래의 설명에서, 카메라 보디(11)(트리밍 영역(15))의 기준 위치에서, 트리밍 영역(15)의 장변 및 단변 방향은 각각 X축 방향(X 방향), 및 Y축 방향(Y 방향)으로 정의된다.
- [0103] 도 9에 도시된 바와 같은 X-Y 좌표계와 타원에 있어서, 타원 상의 점(K)에서의 타원에 대한 접선(L)의 방정식은 아래와 같이 표현된다.
- [0104]
$$x_0 \times x / a^2 + y_0 \times y / b^2 = 1$$
- [0105] 도 9에서, 점 "a", 점 "b"는 각각 식 (7)에서 장축의 반경 X_r , 식 (8)에서 단축의 반경 Y_r 에 상당한다.
- [0106] 이 접선(L)의 식을 Y에 대한 방정식($Y = \dots$)으로 변형하면, 아래의 식이 구해진다.
- [0107]
$$Y = -(b^2 \times x_0) / (a^2 \times y_0) \times x - 1 / (a^2 \times y_0)$$
- [0108] 이 타원의 접선(L)과 X축이 이루는 각도는 화상 중심을 회전 중심으로 하는 화상의 회전각(α)에 상당한다.
- [0109] 타원의 접선(L)과 직교하는 직선(Q)의 경사는 아래의 식으로 표현된다.
- [0110]
$$-(b^2 \times x_0) / (a^2 \times y_0)$$
- [0111] 따라서, 구해야 하는 회전각(α)은 아래의 식에 의해 얻어진다.
- [0112]
$$\alpha = \arctan(-(b^2 \times x_0) / (a^2 \times y_0)) \dots (16)$$
- [0113] 「위도가 90° 이외인 경우」
- [0114] 이상은 촬영 지점의 위도가 90도(즉 북극성(하늘의 극)이 디지털 카메라(10) 바로 위에 있는 경우)의 설명이다. 다음에 촬영 지점의 위도가 90° 이외인 경우에 대하여, 또한 도 10 및 도 11을 참조하여 설명한다.
- [0115] 북반구에 있어서의 천체 촬영의 모습을 나타내는 도 10에서 각 부호를 이하와 같이 정의한다.
- [0116] P: 하늘의 극
- [0117] Z: 천정
- [0118] N: 진북
- [0119] S: 대상 천체(촬영 목표점)(설명의 편의상, 이 대상 천체(항성)는 트리밍 영역(15)의 중심에 상응하고, 촬영 렌즈(101)의 광축(L0)의 연장선 상에 위치하는 것으로 한다. 단, 촬영함에 있어서 광축(L0)을 어느 천체에 일치시킬 필요가 없는 것은 물론이다)
- [0120] ε : 촬영 지점의 위도
- [0121] A: 촬영 방위각(촬영 렌즈(101)가 겨냥하는 대상 천체(S)의 방위, 또는 촬영 렌즈(101)의 광축(L0)과 천구의 교점의 방위각)
- [0122] h: 촬영 양각(촬영 렌즈(101)가 겨냥하는 대상 천체(S)의 고도, 또는 촬영 렌즈(101)의 광축(L0)과 천구의 교점의 고도)
- [0123] H: 대상 천체(S)의 시각(통상, 시각의 단위는 시간이 사용되지만, 여기에서 시각은 각도(1시간=15도)로 환산하여 취급하는 것으로 한다.)
- [0124] δ : 대상 천체(S)의 적위; 및

- [0125] γ : 천구면 상에서, 하늘의 극(P)과 대상 천체(S)를 최단으로 연결하는 곡선과, 천정(Z)과 대상 천체(항성)(S)를 최단으로 연결하는 곡선이 이루는 각.
- [0126] 도 10에서, 북극성과 목표점(S) 사이의 각도인 $\angle POS$ 가 구해지면, 도 3에서의 각도(θ)를 $\angle POS$ 로 치환함으로써 천체의 궤적을 구할 수 있다.
- [0127] $\angle POS$ 는 구의 반경을 1로 한 경우의 도 11의 곡선(PS)의 길이와 동일하다. 따라서, $\angle POS$ 는 구면 삼각의 코사인 법칙을 사용하여 얻어지는데,
- [0128]
$$\cos(\angle POS) = \cos(90 - \varepsilon) \times \cos(90 - h) + \sin(90 - \varepsilon) \times \sin(90 - h) \times \cos(A)$$
- [0129]
$$= \sin(\varepsilon) \times \sin(h) + \cos(\varepsilon) \times \cos(h) \times \cos(A)$$
- [0130] 가 되므로,
- [0131]
$$\angle POS = \arccos[\sin(\varepsilon) \times \sin(h) + \cos(\varepsilon) \times \cos(h) \times \cos(A)] \cdots (17)$$
- [0132] 가 된다.
- [0133] 여기에서, 식 (12) 내지 (15)의 θ 를 $\angle POS$ 로 치환하면, 원하는 위도(ε)에서의 천체의 X 방향 이동량(x), Y 방향 이동량(y)을 구할 수 있다.
- [0134] 또한 카메라 자세에 따라, 이동 방향의 보정을 행할 필요가 있다. 카메라를 수평으로 자세를 취한 채, 촬영 양각(h)의 방향으로 들어올려 목표점(S)을 향한 경우, 수평과 목표점(S)의 적도가 이루는 각은 γ 가 된다. 또한, 상기한 바와 같이, 카메라 자세는 디지털 카메라(10)의 촬영 렌즈 광축(L0) 둘레의 회전각에 상응하며, 트리밍 영역(15)의 길이 방향이 수평인 때의 카메라 자세를 디지털 카메라(10)의 수평 자세로 정한다.
- [0135] 구면 삼각의 사인 법칙으로부터, 아래의 식이 구해진다.
- [0136]
$$\tan(\gamma) = \sin(90 - \varepsilon) \times \sin(A) / (\cos(90 - \varepsilon) \times \sin(90 - h) - \sin(90 - \varepsilon) \times \cos(90 - h) \times \cos(A))$$
- [0137]
$$= \cos(\varepsilon) \times \sin(A) / (\sin(\varepsilon) \times \cos(h) - \cos(\varepsilon) \times \sin(h) \times \cos(A))$$
- [0138] 따라서, γ 는 아래의 식으로 표현된다.
- [0139]
$$\gamma = \arctan[\cos(\varepsilon) \times \sin(A) / (\sin(\varepsilon) \times \cos(h) - \cos(\varepsilon) \times \sin(h) \times \cos(A))] \cdots (18)$$
- [0140] 따라서, 상기에서 구한 이 γ 를 사용하여, 천체의 이동량(x, y)을 촬상면 상의 X-Y 좌표(카메라(트리밍 영역)의 중형 좌표)에서의 횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy)으로 변환하기 위해서는, 하기 식 (I), (II)를 사용한다.
- [0141]
$$\Delta x = x \times \cos(\gamma) + y \times \sin(\gamma) \cdots (I)$$
- [0142]
$$\Delta y = x \times \sin(\gamma) + y \times \cos(\gamma) \cdots (II)$$
- [0143] 또한 도 12에 도시한 바와 같이, 디지털 카메라(10)의 카메라 자세(촬상 센서(13))가 촬영 렌즈(101)의 광축(L0) 둘레로 수평으로부터 각도, ξ 만큼 기울어 있는(회전해 있는) 경우에는, 아래의 식 (III), (IV)에 의해 트리밍 영역(15)의 횡방향, 종방향 이동량(Δx , Δy)을 보정할 수 있다.
- [0144]
$$\Delta x = x \times \cos(\gamma + \xi) + y \times \sin(\gamma + \xi) \cdots (III)$$
- [0145]
$$\Delta y = x \times \sin(\gamma + \xi) + y \times \cos(\gamma + \xi) \cdots (IV)$$
- [0146] 이상의 트리밍 영역(15)의 횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α)은 다음과 같이 산출된다.
- [0147] 천구의 북극점(P)의 방향은 일시에 관계없이 변화되지 않는다고 간주할 수 있으므로, 촬영 지점의 위도로부터 연산에 의해 산출할 수 있다. 또한 천정(Z)의 방향도 위도로부터 산출할 수 있다. 따라서, 우선, 목표로 하는 천체가 트리밍 영역(15)에 투영되도록, 구도(composition)를 정한 후 디지털 카메라(10)를 고정한다. 이 디지털 카메라(10)의 구도에 있어서, CPU(21)에, GPS 유닛(31)으로부터 위도 정보(ε)를 입력하고, 방위각 센서(33)로부터 촬영 방위각 정보(A)를 입력하고, 중력 센서(35)로부터 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(회전각 정보)(ξ)를 입력한다. CPU(21)는 이들 입력 정보로부터, 도 10 및 도 11에 도시한 바와 같이, 천정의 점(Z), 하늘의 극(P), 촬영 화면 중심의 천체(S)의 위치(방위각, 양각)를 구한다.
- [0148] 이상의 3점(Z, P, S)이 구해지면, CPU(21)는 초점 거리 검출 장치(105)로부터 입력한 촬영 렌즈(101)의 초점 거

리 정보(f) 및 자세 정보(회전각 정보)(ξ)로부터, 트리밍 영역(15)의 횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α)을 산출한다.

- [0149] 계속해서, 이 디지털 카메라(10)에 의한 천체 자동 추적 촬영을 행하기 위한 제 1 방법에 대하여, 도 13의 플로우차트를 참조하여 설명한다. 이 방법은 최초에 촬상 센서(13)의 촬상면(14)에 트리밍 영역(15)을 잘라내고, 그 후에 촬영 시간(노출 시간)을 설정하는 것이다. 제 1 방법은 소위 「촬영 범위 우선 모드」이며, 예를 들면, 특정 별자리를 모두 포함하는 것과 같은 촬영 범위를 사용자가 적극적으로 설정하여 천체 추종 촬영을 할 때에 유효한 모드이다.
- [0150] 우선 CPU(21)는, 도 14a에 도시하는 바와 같이, 촬상 센서(13)의 직사각형의 촬상면(14)의 중앙부로부터, 촬상면(14)보다도 작은 면적의 직사각형의 트리밍 영역(15)을 잘라낸다(S1). 즉 CPU(21)는 촬상면(14)의 트리밍 영역(15) 내의 화소 신호를 읽어낸다. 본 실시형태에서는, 직사각형의 촬상면(14)과 트리밍 영역(15)의 장변과 단변이 각각 평행을 이루고 있다. 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위는 사용자의 수동 입력에 의해 가변으로 하는 편이 바람직하다. 트리밍 영역(15) 내의 화소가 읽어낸 화상은 LCD 모니터(23)의 전체 표시범위에 표시되므로, 사용자는 LCD 모니터(23)에 표시되는 트리밍 영역(15)을 보면서, 도시하지 않은 트리밍 영역 변경/결정 수단에 의해 트리밍 영역을 변경하고, 결정하면 된다.
- [0151] 이어서 CPU(21)에는, 초점 거리 검출 장치(105)로부터 촬영 렌즈(101)의 초점 거리 정보(f)가 입력되고, GPS 유닛(31)으로부터 위도 정보(ε)가 입력되고, 방위각 센서(33)로부터 촬영 방위각 정보(A)가 입력되고, 중력 센서(35)로부터 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(ξ)가 입력된다(S2).
- [0152] 이어서 CPU(21)는 입력한 초점 거리 정보(f), 위도 정보(ε), 촬영 방위각 정보(A), 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(ξ)로부터, 트리밍 영역(15)의 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α))으로 이루어지는 천체 추종 데이터를 설정한다(S3).
- [0153] 이어서 CPU(21)는 촬상 센서(13)의 촬상면(14)의 범위와, 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위와, 트리밍 영역(15)의 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α))에 기초하여 최장 촬영 시간(최장 노출 시간)(T_{limit})을 산출하고, 촬영 시간(노출 시간)(T)을 최장 촬영 시간(T_{limit})($T=T_{limit}$)으로 결정한다(S4).
- [0154] 보다 구체적으로 CPU(21)는, 도 4b에 도시하는 바와 같이, 잘라낸 트리밍 영역(15)을 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α))에 기초하여 이동시켰을 때, 트리밍 영역(15)이 촬상 센서(13)의 촬상면(14) 내에 들어갈 수 있는 최장의 시간을 최장 촬영 시간(T_{limit})으로서 산출하고, 촬영 시간(노출 시간)(T)을 최장 촬영 시간(T_{limit})으로 결정한다. 결정된 촬영 시간(T)은 LCD 모니터(23)에 표시된다.
- [0155] 사용자는 LCD 모니터(23)에 표시된 촬영 시간(노출 시간)(T)을 허용할 수 있는 촬영 시간인지 아닌지를 확인하고(S5), 촬영 시간을 허용할 수 없는 경우에는(S5: NO) 트리밍 영역(15)의 범위를 변경한다(S6). 또한 디지털 카메라(10)의 방향 혹은 촬영 렌즈(101)의 초점 거리를 변경할 것인지 아닌지를 확인하고(S7), 디지털 카메라(10)의 방향 또는 촬영 렌즈(101)의 초점 거리가 변경되어야 하는 경우(S7: YES)는 단계 S2로 돌아가고, 디지털 카메라(10)의 방향 또는 촬영 렌즈(101)의 초점 거리를 변경하지 않는 경우(S7: NO)는 단계 S3으로 돌아간다.
- [0156] LCD 모니터(23)에 표시된 촬영 시간(노출 시간)(T)을 허용할 수 있는 촬영 시간이면(S5: YES), CPU(21)는 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)를 산출한다(S8). 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)를 산출하는 방법에 대해서는 후술한다.
- [0157] 이어서 CPU(21)는, 촬상 센서(13)에 트리밍 지시 신호를 보냄으로써, 이동 주기(t)의 노출 시간만큼, 촬상 센서(13)에 의한 촬영을 행하여(S10), 촬영 화상 데이터를 취득한다(S11). CPU(21)는 취득한 촬영 화상 데이터를 도시하지 않은 내장 메모리(캐시 메모리)에 축적한다. 이동 주기(t)의 노출 시간의 촬영이 끝나면, CPU(21)는, 촬상 센서(13)에 트리밍 지시 신호를 보냄으로써, 트리밍 영역(15)을 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α))에 따라 1주기 만큼 이동시킴과 아울러, 촬영 시간(T)으로부터 이동 주기(t)를 뺀 시간($T-t$)을 새로운 촬영 시간(T)으로 하여 치환한다(S12).
- [0158] CPU(21)는 나머지 촬영 시간(T)이 이동 주기(t)보다도 긴 이상(S9: YES), 이상의 촬영 동작(S10-S12)을 반복한다.
- [0159] CPU(21)는 나머지 촬영 시간(T)이 이동 주기(t)보다도 짧아지면(S9: NO), 촬상 센서(13)에 트리밍 지시 신호를 보냄으로써, 나머지 촬영 시간(T)만큼, 촬상 센서(13)에 의한 촬영을 행하여(S13), 촬영 화상 데이터를 취득한

다(S14).

- [0160] 이렇게 하여 CPU(21)는 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α), 이동 주기(t))에 기초하여 트리밍 영역(15)을 이동시키면서, 각 이동 후의 트리밍 영역(15) 상에서 촬영을 행하여 복수의 촬영 화상 데이터를 취득하고, 도시하지 않은 내장 메모리(캐시 메모리)에 축적한다(S15: YES). 그 다음 CPU(21)는 이들 복수의 촬영 화상 데이터를 겹쳐서 1장의 화상 데이터를 얻는다(S16). 최후에 CPU(21)는 복수의 촬영 화상을 겹쳐서 얻은 1장의 화상 데이터를 최종 화상으로서 LCD 모니터(23)에 표시함과 아울러, 이 데이터는 메모리 카드(25)에 보존된다(S17).
- [0161] 또한, CPU(21)는 초기 설정한 촬영 시간(T)이 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)보다도 짧기 때문에 1장의 촬영 화상 데이터밖에 얻어지지 않았을 때는(S15: NO), 이 1장의 촬영 화상을 최종 화상으로 하여, 최종 화상으로서 LCD 모니터(23)에 표시함과 아울러, 이 데이터는 메모리카드(25)에 보존된다(S17).
- [0162] 여기에서, 본 실시형태의 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)를 산출하는 방법(S8)에 대하여, 도 15의 플로우차트를 참조하여 보다 상세하게 설명한다.
- [0163] 우선 CPU(21)에는 초점 거리 검출 장치(105)로부터 촬영 렌즈(101)의 초점 거리 정보(f)가 입력되고, GPS 유닛(31)으로부터 위도 정보(ε)가 입력되고, 방위각 센서(33)로부터 촬영 방위각 정보(A)가 입력되고, 중력 센서(35)로부터 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(ξ)가 입력된다(S21).
- [0164] 이어서 CPU(21)는 입력한 초점 거리 정보(f), 위도 정보(ε), 촬영 방위각 정보(A), 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(ξ)로부터, 트리밍 영역(15)의 횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α)을 산출한다(S22).
- [0165] 이어서 CPU(21)는, 상기의 식 (1)과 (2)을 이용하여, 초점 거리 검출 장치(105)로부터 입력한 초점 거리 정보(f)와, 횡방향 이동량(Δx) 및 종방향 이동량(Δy)을 합성하여 얻은 이동 거리(L_{xy})와, 화소 피치 정보 유지부(21A)가 유지하는 트리밍 영역(15)의 화소 피치 정보(a)에 기초하여, 트리밍 영역(15)의 횡방향 이동량(Δx) 및 종방향 이동량(Δy)을 고려한 경우의 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_{xy})를 산출한다(S23).
- [0166] 동시에 CPU(21)는, 상기의 식 (3)과 (4)을 이용하여, 초점 거리 검출 장치(105)로부터 입력한 초점 거리 정보(f)와, 회전각(α)에 대응하는 이동 거리(L_{α})와, 화소 피치 정보 유지부(21A)가 유지하는 트리밍 영역(15)의 화소 피치 정보(a)에 기초하여 트리밍 영역(15)의 회전각(α)을 고려한 경우의 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_{α})를 산출한다(S24).
- [0167] 이동 주기(t_{xy})의 산출(S23)과 이동 주기(t_{α})의 산출(S24)은 반드시 동시에 행할 필요는 없고, 그 순서도 상관없다.
- [0168] 이어서 CPU(21)는 평행이동 성분(Δx , Δy)의 이동 거리에 대응하는 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_{xy})(S23)와, 회전이동 성분(α)의 이동 거리에 대응하는 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t_{α})(S24) 중, 어느 짧은 쪽의 이동 주기를 트리밍 영역(25)의 이동 주기(t)로서 설정한다(S25).
- [0169] 최후에, 이 디지털 카메라(10)에 의한 천체 자동 추적 촬영을 행하기 위한 제2 방법에 대하여, 도 16의 플로우차트를 참조하여 설명한다. 이 방법은, 최초에 임의의 촬영 시간(노출 시간)을 설정하고, 그 후에 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위를 결정하는 것이다. 제 2 방법은 소위 「촬영 시간 우선 모드」이며, 예를 들면, 촬영하고 싶은 천체가 어두워, 충분한 밝기로 촬영하기 위해서는 장시간의 추적 촬영이 필요한 경우 등에, 촬영 시간을 사용자가 적극적으로 설정하여 천체 추종 촬영을 할 때에 유효한 모드이다.
- [0170] 우선 CPU(21)는 사용자의 지시에 따라 바람직한 촬영 시간(노출 시간)(T)을 설정한다(S31). 촬영 시간(T)의 설정값은 사용자의 수동 입력에 의해 가변으로 하는 편이 바람직하다. 사용자는 LCD 모니터(23)에 표시되는 촬영 시간(T)을 보면서, 도시하지 않은 촬영 시간 변경/결정 수단에 의해 촬영 시간(T)을 변경하고, 결정하면 된다.
- [0171] 이어서 CPU(21)에는, 초점 거리 검출 장치(105)로부터 촬영 렌즈(101)의 초점 거리 정보(f)가 입력되고, GPS 유닛(31)으로부터 위도 정보(ε)가 입력되어, 방위각 센서(33)로부터 촬영 방위각 정보(A)가 입력되고, 중력 센서(35)로부터 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(ξ)가 입력된다(S32).
- [0172] 이어서 CPU(21)는 입력한 초점 거리 정보(f), 위도 정보(ε), 촬영 방위각 정보(A), 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(ξ)로부터, 촬상 센서(13)의 촬상면(14) 상에서의 천체 이미지의 이동 정보를 취득(산출)하고, 이 이동 정

보와, 설정한 촬영 시간(T)으로부터 촬상 센서(13)의 촬상면(14) 상의 이동 데이터(천체 이동 데이터) (Δx , Δy , α)를 산출한다(S33).

- [0173] 이어서 CPU(21)는 설정한 촬영 시간(T)과, 산출한 이동 데이터(Δx , Δy , α)에 기초하여, 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위를 결정하고, LCD 모니터(23)의 전체 표시범위에 표시한다(S34).
- [0174] 보다 구체적으로 CPU(21)는, 도 17에 도시하는 바와 같이, 설정한 촬영 시간(T) 내에서, 촬상 센서(13)의 촬상면(14)을 산출한 이동 데이터에 기초하여 가상적으로 이동시켰을 때, 촬상 센서(13)의 촬상면(14) 중 공통되어 사용하는 부분으로부터 트리밍 영역(15)을 잘라낸다. 본 실시형태에서는, 촬상 센서(13)의 직사각형의 촬상면(14)으로부터, 촬상면(14)의 장변 및 단변과 평행을 이루는 직사각형의 트리밍 영역(15)을 잘라냈다.
- [0175] 사용자는 LCD 모니터(23)에 표시된 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위에 촬영을 희망하는 천체가 포함되어 있는지 아닌지 등에 의해, 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위가 원하는 것인지 아닌지를 확인한다(S35). 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위가 원하는 범위가 아니면(S35: NO), 사용자는 도시하지 않은 촬영 시간 변경/결정 수단에 의해 촬영 시간(T)을 조정한다(S36). 또한 디지털 카메라(10)의 방향 혹은 촬영 렌즈(101)의 초점 거리를 변경할 것인지 아닌지를 확인하고(S37), 컨트롤은 디지털 카메라(10)의 방향 혹은 촬영 렌즈(101)의 초점 거리가 변경되어야 하는 경우(S37: YES) 단계 S32로 돌아가고, 디지털 카메라(10)의 방향 혹은 촬영 렌즈(101)의 초점 거리가 변경되지 않는 경우(S37: NO) 단계 S33으로 돌아간다.
- [0176] 트리밍 영역(15)의 잘라내기 범위가 원하는 범위이면(S35: YES), CPU(21)는 전술의 도 15의 플로우차트에서 설명한 방법에 따라, 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)를 산출한다(S38).
- [0177] 이어서 CPU(21)는 촬상 센서(13)에 트리밍 지시 신호를 보냄으로써, 이동 주기(t)의 노출 시간만큼, 촬상 센서(13)에 의한 촬영을 행하여(S40), 촬영 화상 데이터를 취득한다(S41). CPU(21)는 취득한 촬영 화상 데이터를 도시하지 않은 내장 메모리(캐시 메모리)에 축적한다. 이동 주기(t)의 노출 시간의 촬영이 끝나면, CPU(21)는 트리밍 영역(15)을 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α))를 따라 1주기 만큼 이동 시킴과 아울러, 촬영 시간(T)으로부터 이동 주기(t)를 뺀 시간(T-t)을 새로운 촬영 시간(T)으로 하여 치환한다(S42).
- [0178] CPU(21)는 나머지 촬영 시간(T)이 이동 주기(t)보다도 긴 이상(S39: YES)에는, 이상의 촬영 동작(S40-S42)을 반복한다.
- [0179] CPU(21)는 나머지 촬영 시간(T)이 이동 주기(t)보다도 짧아지면(S39: NO), 촬상 센서(13)에 트리밍 지시 신호를 보냄으로써, 나머지 촬영 시간(T)만큼, 촬상 센서(13)에 의한 촬영을 행하고(S43), 촬영 화상 데이터를 취득한다(S44).
- [0180] 이렇게 하여 CPU(21)는 이동 데이터(횡방향 이동량(Δx), 종방향 이동량(Δy), 회전각(α), 이동 주기(t))에 기초하여 트리밍 영역(15)을 이동시키면서, 각 이동 후의 트리밍 영역(15) 상에서 촬영을 행하여 복수의 촬영 화상 데이터를 취득하고, 도시하지 않은 내장 메모리(캐시 메모리)에 축적한다(S45: YES). 그 다음 CPU(21)는 이들 복수의 촬영 화상 데이터를 겹쳐서 1장의 화상 데이터를 얻는다(S46). 최후에 CPU(21)는 복수의 촬영 화상을 겹쳐서 얻은 1장의 화상 데이터를 최종 화상으로서 LCD 모니터(23)에 표시함과 아울러, 이 데이터는 메모리카드(25)에 보존된다(S47).
- [0181] 또한, CPU(21)는 초기 설정한 촬영 시간(T)이 트리밍 영역(15)의 이동 주기(t)보다도 짧기 때문에 1장의 촬영 화상 데이터밖에 얻어지지 않았을 때는(S45: NO), 이 1장의 촬영 화상을 최종 화상으로 하여, 최종 화상으로서 LCD 모니터(23)에 표시함과 아울러, 이 데이터는 메모리카드(25)에 보존된다(S47).
- [0182] 이상과 같이, 본 실시형태의 천체 자동 추적 촬영 방법 및 천체 자동 추적 촬영 장치에 의하면, 촬상 센서(촬상 소자)(13)의 촬상면(14) 위에서의 천체 이미지의 이동 정보(이동 방향, 이동 거리, 회전각)를 취득하고, 취득한 이동 정보에 기초하여 트리밍 영역(15)의 이동 데이터(이동 방향, 이동 거리, 회전각 및 이동 주기)를 설정하고, 설정한 이동 데이터에 기초하여 트리밍 영역(15)을 이동시키면서 각 이동 후의 트리밍 영역(15) 상에서 촬영을 행하고, 촬영한 각 트리밍 영역(15) 상에서의 촬영 화상을 겹쳐 1장의 화상을 얻고 있다. 이것에 의해, 고가이며 크고 무겁고 복잡한 조정이 필요한 적도위를 사용하지 않고, 고정밀도로 제어가 필요한 액추에이터도 사용하지 않아, 불필요한 연산 처리를 생략하여 CPU(21)의 부담을 저감하고, 천체를 정지된 상태로 나타내도록 선명하게 촬영할 수 있다.
- [0183] 이상의 실시형태에서는, 초점 거리 검출 장치(105)로부터 입력한 초점 거리 정보(f)와, GPS 유닛(31)으로부터

입력한 위도 정보(ε)와, 방위각 센서(33)로부터 입력한 촬영 방위각 정보(A)와, 중력 센서(35)로부터 입력한 촬영 양각 정보(h) 및 자세 정보(ξ)로부터, 촬상 센서(13)의 촬상면(14) 상에 형성되는 천체 이미지의 이동 거리(천체 이미지의 이동 궤적)를 산출하고 있다. 그러나, 촬상 센서(13)의 촬상면(14) 상에 형성되는 천체 이미지의 이동 거리(천체 이미지의 이동 궤적)를 산출하는 방법은 이것에 한정되지 않고, 여러 방법을 사용할 수 있다.

[0184] (산업상의 이용가능성)

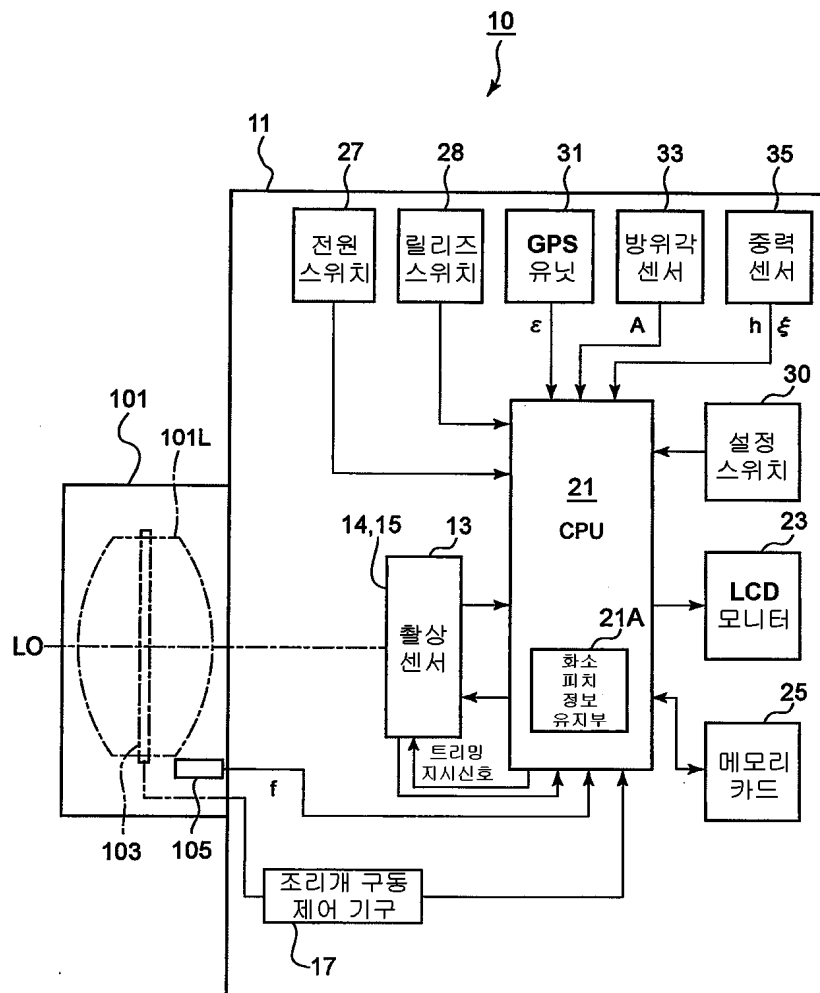
[0185] 본 발명에 의한 천체 자동 추적 촬영 방법 및 천체 자동 추적 촬영 장치는, 카메라 본체에 적용하여, 전용의 적도의 등을 사용하지 않고, 삼각대만으로 간이적인 천체 자동 추적 촬영을 행하는데 적합하다.

부호의 설명

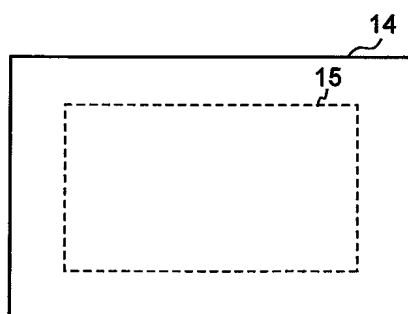
- [0186]
- 10 디지털 카메라(촬영 장치)
 - 11 카메라 보디
 - 13 촬상 센서(촬상 소자, 촬영 수단)
 - 14 촬상면(촬상 영역)
 - 15 트리밍 영역
 - 17 조리개 구동 제어 기구
 - 21 CPU(취득 수단, 설정 수단, 촬영 수단, 겹치기 수단)
 - 21A 화소 피치 정보 유지부
 - 23 LCD 모니터
 - 25 메모리카드
 - 27 전원 스위치
 - 28 릴리즈 스위치
 - 30 설정 스위치
 - 31 GPS 유닛(위도 정보 입력 수단)
 - 33 방위각 센서(촬영 방위각 정보 입력 수단)
 - 35 중력 센서(촬영 양각 정보 입력 수단, 자세 정보 입력 수단)
 - 101 촬영 렌즈(촬영 수단)
 - 101L 촬영 광학계(촬영 수단)
 - 103 조리개
 - 105 초점 거리 검출 장치(초점 거리 정보 입력 수단)

도면

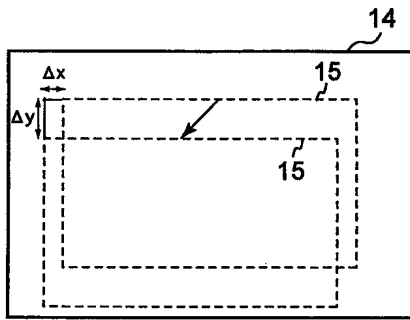
도면1



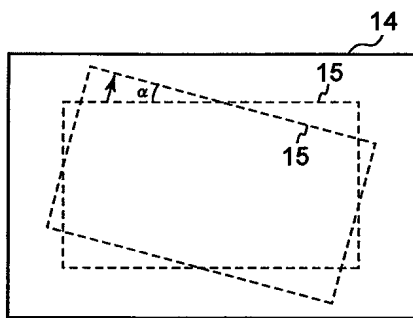
도면2a



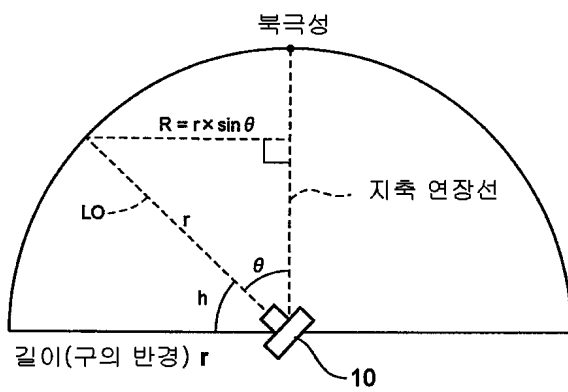
도면2b



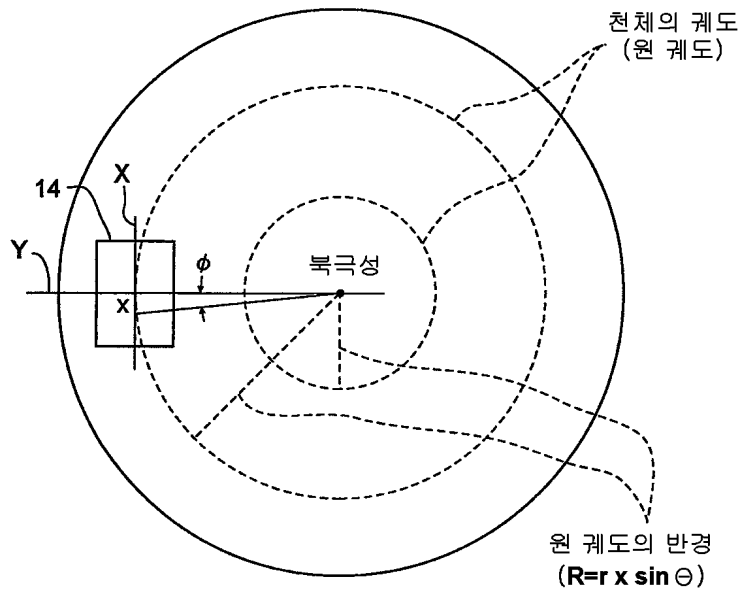
도면2c



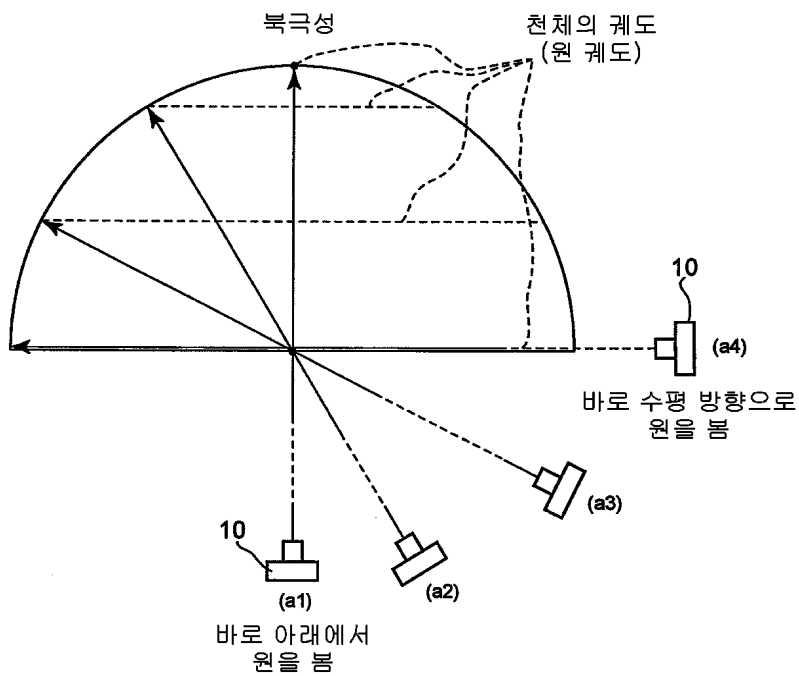
도면3



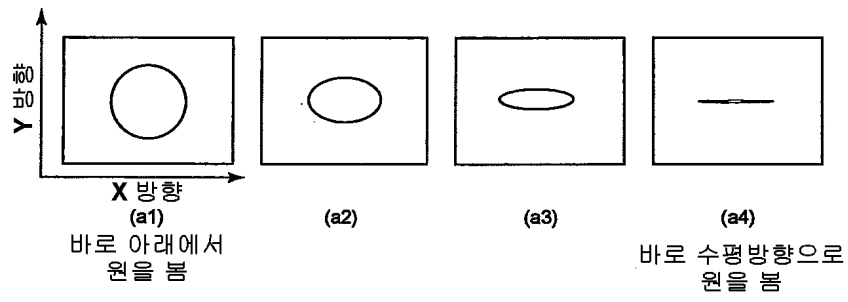
도면4



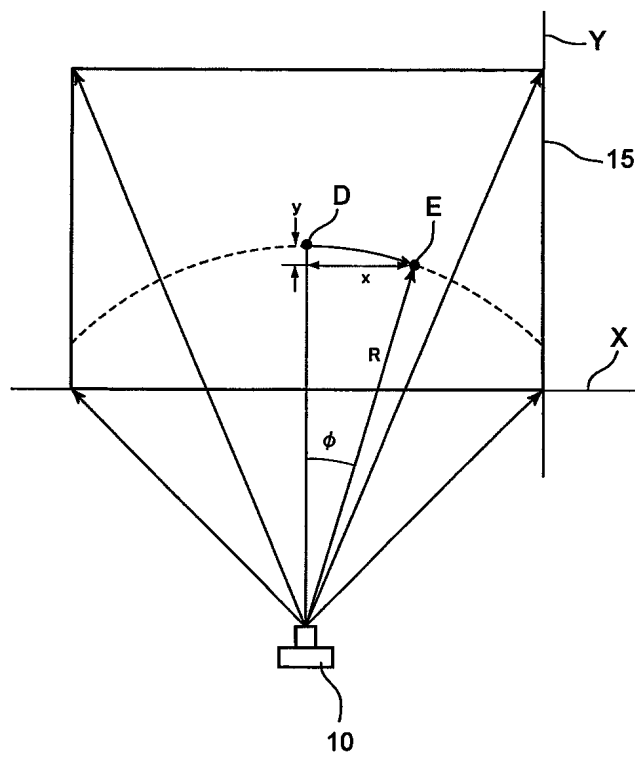
도면5



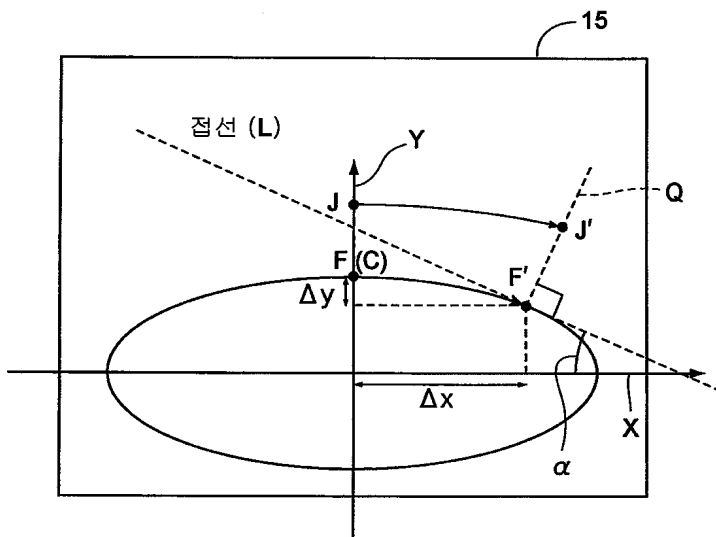
도면6



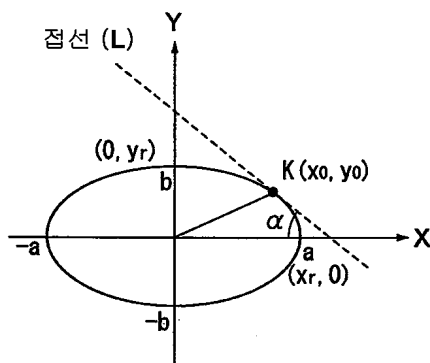
도면7



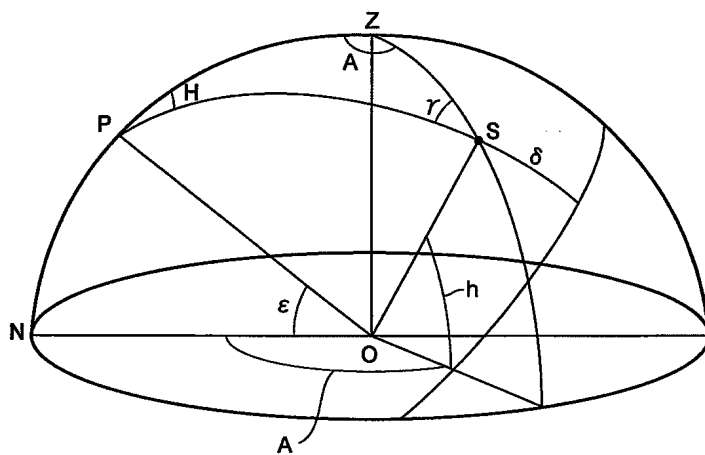
도면8



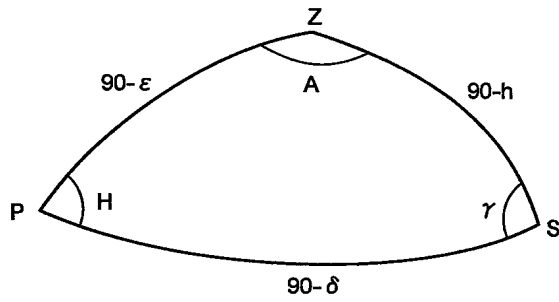
도면9



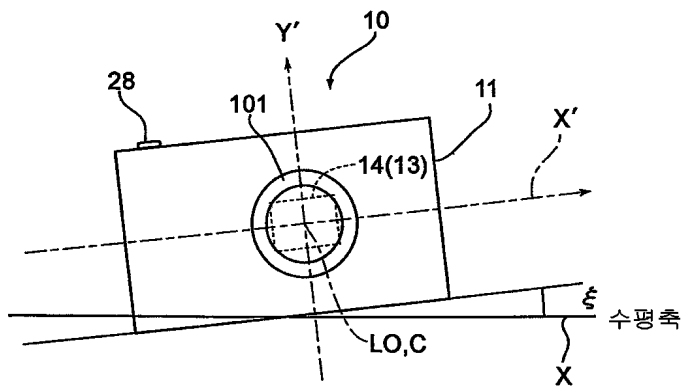
도면10



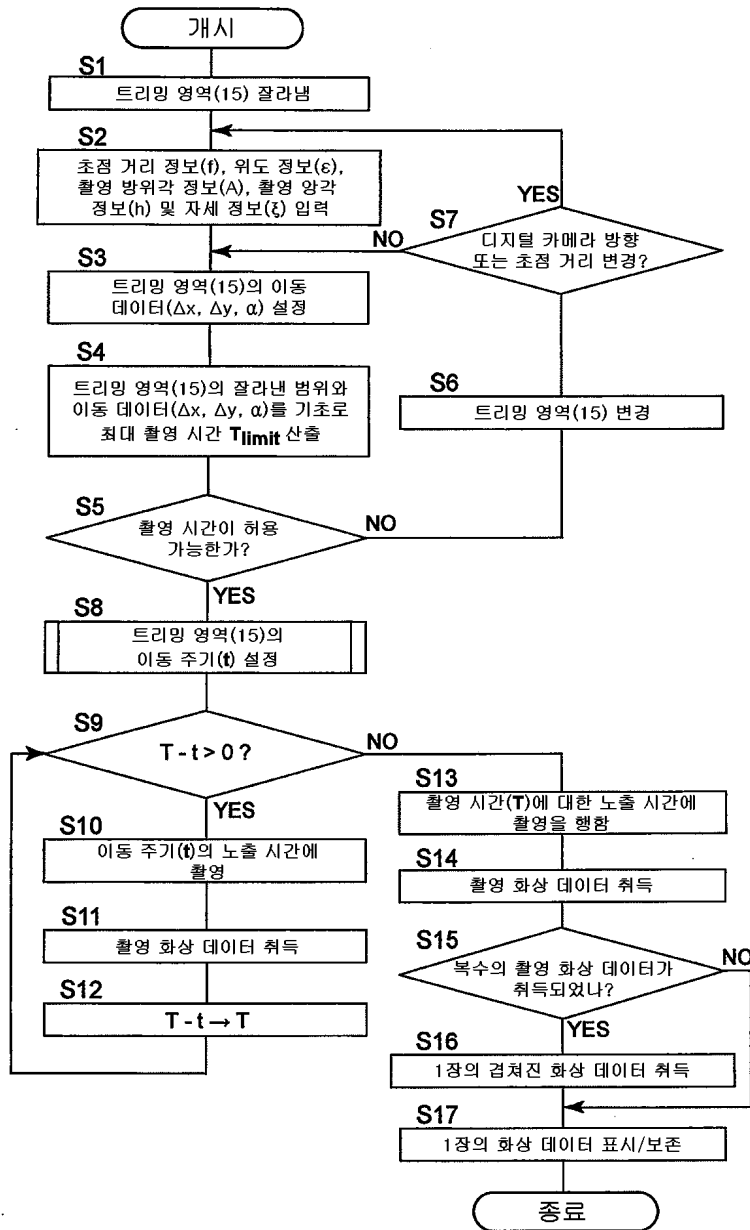
도면11



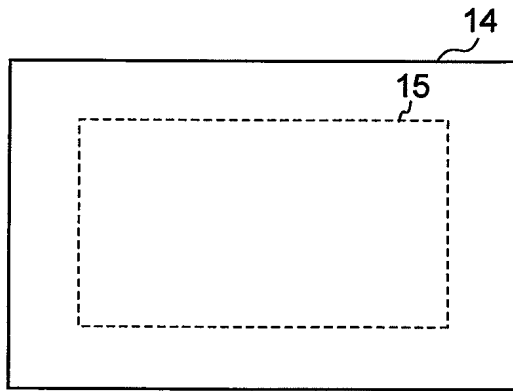
도면12



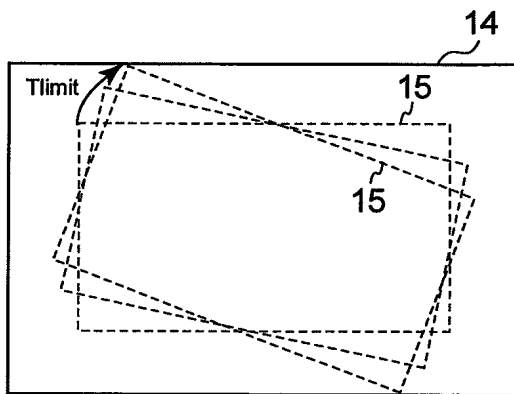
도면13



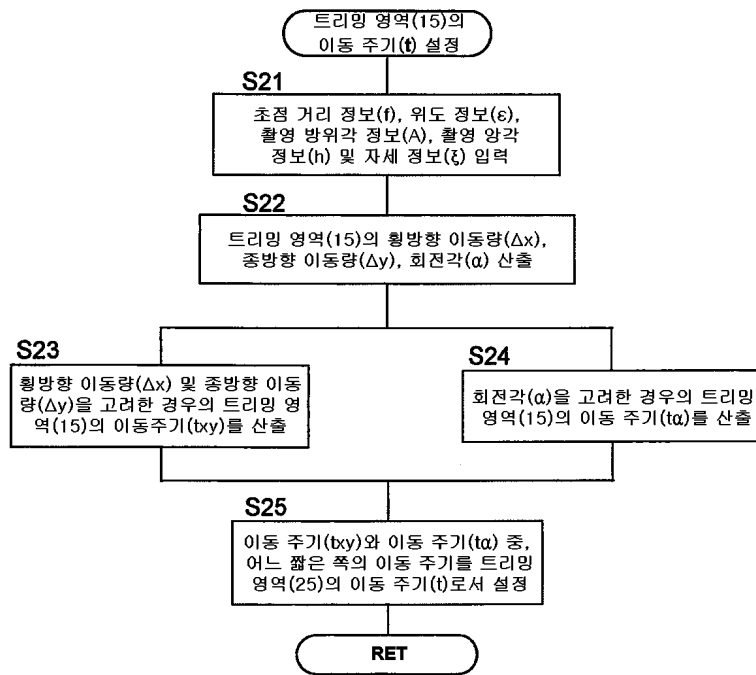
도면14a



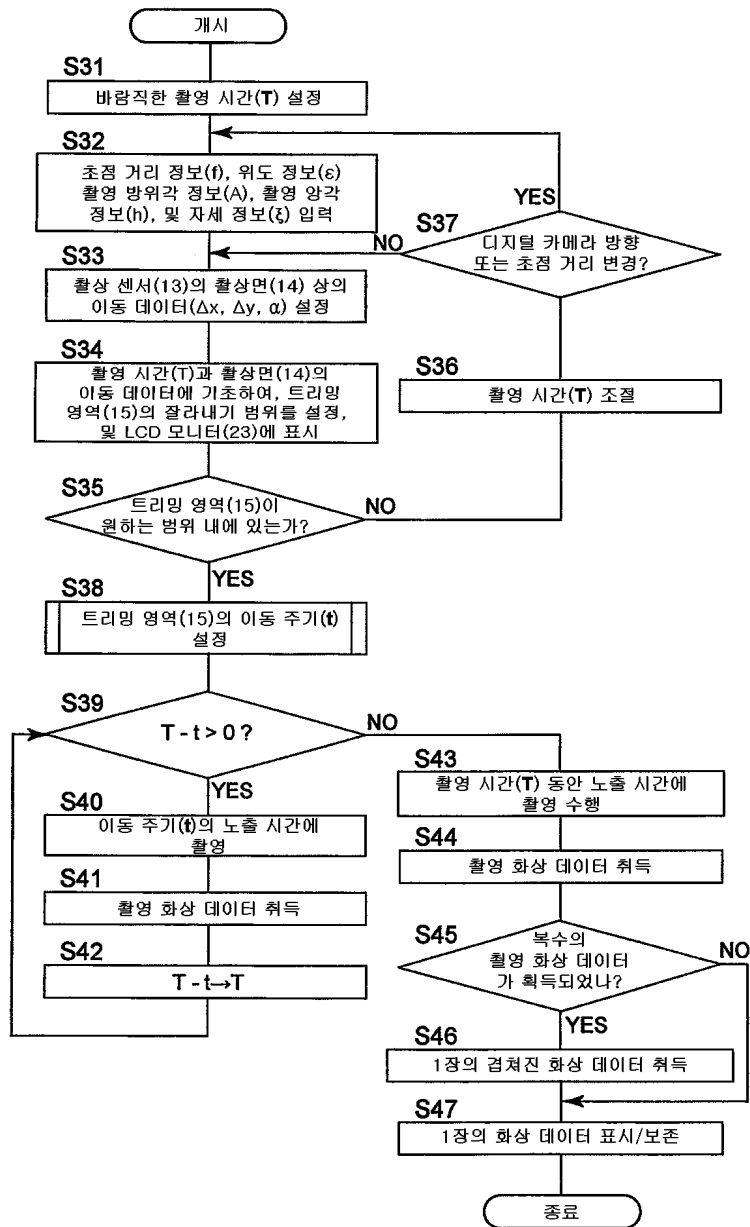
도면14b



도면15



도면16



도면17

이동 데이터(Δx , Δy , α)에 따른 이동

