



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년09월12일
 (11) 등록번호 10-1182393
 (24) 등록일자 2012년09월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A63B 69/36 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0082750(분할)

(22) 출원일자 2009년09월03일

심사청구일자 2009년09월03일

(65) 공개번호 10-2010-0092357

(43) 공개일자 2010년08월20일

(62) 원출원 특허 10-2009-0011450

원출원일자 2009년02월12일

심사청구일자 2009년02월12일

(56) 선행기술조사문헌

KR100871595 B1

KR1020080106904 A

US6579190 B2

전체 청구항 수 : 총 12 항

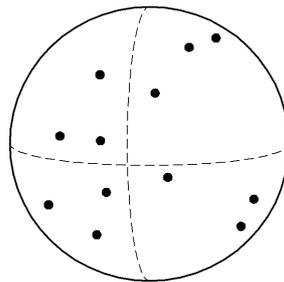
심사관 : 고재범

(54) 발명의 명칭 **구형 물체**

(57) 요약

구형 물체가 개시된다. 구형(球形) 물체의 표면에는 마킹패턴이 표시되어 있으며, 마킹패턴은 구형 물체의 중심을 3차원 좌표공간의 원점에 위치시킨 후 구형 물체를 관측하는 시점(視點) 각각에 대해 상이한 패턴이 관측되도록 표시된다. 본 발명에 따르면, 특정한 패턴이 인쇄된 구형 물체를 카메라로 복수개 촬영하여 구형 물체의 비행 정보와 회전정보를 정확하게 측정할 수 있다.

대표도 - 도14a



특허청구의 범위

청구항 1

표면에 마킹패턴이 표시되어 있는 구형(球形) 물체에 있어서,

상기 마킹패턴은 상기 구형 물체를 관측하는 시점(視點) 각각에 대해 상이한 패턴이 관측되도록 표시되는 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 마킹패턴은 복수의 마킹점으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 마킹점들은 상기 마킹점들 중에서 사전에 설정된 선택개수만큼 선택된 제1마킹점들을 연결하여 이루어지는 도형들 각각의 형상이 서로 상이하도록 표시되어 있는 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 마킹점들은 상기 구형 물체의 중심을 3차원 좌표공간의 원점에 위치시킨 후 임의의 시점에서 상기 구형 물체를 촬영하여 얻어지는 측정영상들 각각에 나타나는 제2마킹점들 중에서 상기 선택개수만큼 선택된 제3마킹점들을 연결하여 이루어지는 도형들 각각의 형상이 서로 상이하도록 표시되어 있는 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 5

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

상기 구형 물체의 표면을 8개의 영역으로 균등분할하여 이루어진 각각의 분할된 영역에 적어도 3개의 상기 마킹점들이 표시되어 있는 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 6

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

상기 마킹점들은 상기 구형 물체의 상반구 표면에 표시된 마킹점들을 연결하여 이루어지는 제1원의 중심과 상기 구형 물체의 하반구 표면에 표시된 마킹점들을 연결하여 이루어지는 제2원의 중심을 연결하는 직선이 상기 구형 물체의 중심을 지나가도록 표시되며, 상기 제1원과 상기 제2원의 크기가 상이한 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제1원 상에 위치하는 마킹점들은 상기 제1원을 사등분하여 이루어진 호 중에서 서로 마주보는 호에는 서로 다른 개수 또는 간격으로 배치되며,

상기 제2원 상에 위치하는 마킹점들은 상기 제2원을 사등분하여 이루어진 호 중에서 서로 마주보는 호에는 서로 다른 개수 또는 간격으로 배치되는 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 마킹패턴은 복수의 원으로 이루어진 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 복수의 원 중에서 제1원의 중심은 상기 구형 물체의 중심과 일치하고, 제2원은 상기 제1원과 교차되지 않도록 표시되어 있는 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 복수의 원 중에서 제1원은 상기 구형 물체의 상반구에 표시되어 있고, 제2원은 상기 구형 물체의 하반구에 표시되어 있으며, 상기 제1원과 상기 제2원의 크기가 상이한 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 11

제 1항, 제2항, 제3항, 제4항, 제8항, 제9항 또는 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구형 물체는 골프공인 것을 특징으로 하는 구형 물체.

청구항 12

제 1항, 제2항, 제3항, 제4항, 제8항, 제9항 또는 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마킹패턴들은 사용자가 인식할 수 없도록 적외선 도료로 상기 구형 물체의 표면에 표시되는 것을 특징으로 하는 구형 물체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 구형(球形) 물체에 관한 것으로, 보다 상세하게는 표면에 마킹패턴이 표시되어 있는 공모양의 구형 물체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 골프공, 야구공 등과 같은 구형 물체의 비행경로는 공에 물리적 힘이 가해진 시점(즉, 골프클럽 또는 배트에 의한 타격 시점)에 결정된다. 이러한 구형 물체의 비행경로를 결정하기 위해 사용되는 정보에는 공의 회전정보(즉, 회전속도 및 회전축), 진행방향, 속도 등이 포함된다. 비행하는 구형물체의 비행궤도를 예측하는 시스템의 일례로 골프 시뮬레이션 시스템이 있다. 이러한 골프 시뮬레이션 시스템의 대부분은 골프공의 궤적이 지나가는 공간에 레이저, 포토 다이오드, 초음파 센서 등을 이용하여 격자 형태의 센싱 영역을 생성하고, 골프공의 그림자 또는 골프공이 센싱 영역을 통과하는 순간에 공간 상에서 측정된 골프공의 위치, 골프공의 크기 등의 정보에 의해 골프공의 진행 방향과 속도를 측정한다. 그러나 이와 같은 기존의 골프 시뮬레이션 시스템은 골프공의 회전정보를 직접 측정할 수 없기 때문에 골프클럽의 움직임 데이터(골프클럽 헤드의 각도, 궤적 등)를 이용하여 공의 회전정보를 유추하는 방식을 사용하고 있다. 따라서 골프공의 정확한 타구의 궤적 계산에 한계를 가질 수 밖에 없다. 또한 기존의 골프 시뮬레이터는 고속으로 이동하는 공의 움직임을 포착하기 위해 공이 특정 위치를 통과하는지의 여부를 판별하기 위하여 포토 다이오드나 레이저를 이용한 광막을 발생하는 트리거 장치를 이용한다. 이러한 트리거 장치를 적용할 경우에는 트리거 장치가 골프공의 이동 경로 및 골퍼가 타격을 할 때의 골프클럽과 가까이 배치되어 트리거 장치와 골프공 및 골프클럽과 간섭을 일으키는 문제점이 있다.

[0003] 한편 미국특허공개공보 제2007-0213139호에는 두 개의 센서열에 의해 골프공의 궤적을 측정하고, 하나의 고속 카메라에 의해 마커라인이 형성된 골프공의 비행정보를 측정하는 시스템(이하, '종래기술 1'이라 함)이 개시되어 있다. 그러나 이는 현재 상용화된 소위 스크린 골프 시스템과 실질적으로 동일한 것으로, 이러한 종래기술 1에 의해서는 골프공의 회전정보를 정확하게 측정할 수 없는 동시에 고가의 고속 카메라를 채용하고 있어 전체적인 시스템의 제조비용이 높다는 문제가 있다. 나아가 사용자가 위치하는 타석의 바닥면 또는 바닥면으로부터 일정한 높이에 센서가 설치되어 있어, 심리적 요인이 많이 작용하는 골프경기의 특성상 사용자의 심적부담을 주는

동시에 센서의 오작동으로 인한 에러가 자주 발생하는 문제가 있다.

[0004] 또한 한국등록특허 제10-0871595호에는 고속 라인스캔 카메라에 의해 두 개 이상의 마커라인(경선으로서 골프공의 중심점을 중앙으로 하여 골프공의 표면에 형성되는 원)이 형성된 골프공의 이미지를 촬영하여 초기속도를 구하고, 구해진 초기속도를 기초로 고속 라인스캔 카메라의 좌우측에 설치된 두 대의 고속 카메라에 일정한 변위 간격으로 골프공을 촬영하도록 트리거 신호를 제공함으로써 골프공의 비행정보를 획득하는 구성(이하, '종래기술 2'라 함)이 개시되어 있다. 그러나 이러한 종래기술 2는 골프공의 검출 및 초기속도를 산출하기 위해 고속 라인스캔 카메라를 채용하고 있고, 골프공의 비행정보를 측정하기 위해 고속 카메라를 채용하고 있어, 전체적인 시스템의 제조비용이 높다는 문제가 있다. 또한 종래기술 2는 골프공의 회전특성을 고려하지 아니하고, 두 대의 고속 카메라에 의한 연속촬영을 위해 제공되는 트리거 신호가 골프공의 변위를 기준으로 설정(즉, 각각의 트리거 신호에 따라 촬영된 복수의 영상에서 골프공이 겹치지 않도록 트리거 신호의 간격을 설정)하고 있다. 따라서 종래기술 2에 의하면 도 1에 도시된 바와 같이 첫 번째 촬영된 영상과 두 번째 촬영된 영상으로부터 골프공이 시계방향으로 30° 회전했는지 아니면 반시계방향으로 30° 회전했는지 정확히 측정할 수 없는 문제가 있다.

[0005] 또한 미국공개특허공보 제2007-0060410호에는 하나의 고속 카메라로 오각형의 각 꼭지점 및 중심에 점이 인쇄된 골프공을 연속적으로 촬영하여 얻은 두 개의 영상 또는 두 개의 고속 카메라로 골프공을 연속적으로 촬영하여 얻은 두 개의 영상을 기초로 골프공의 비행정보를 측정하는 시스템(이하, '종래기술 3'이라 함)이 개시되어 있다. 그러나 이러한 종래기술 3 역시 골프공의 회전특성을 고려하지 아니하고, 한 대 또는 두 대의 고속 카메라로 에 의한 연속촬영을 위해 제공되는 트리거 신호가 골프공의 변위를 기준으로 설정(즉, 각각의 트리거 신호에 따라 촬영된 복수의 영상에서 골프공이 겹치지 않도록 트리거 신호의 간격을 설정)하고 있다. 따라서 종래기술 3에 의하면 첫 번째 촬영된 영상과 두 번째 촬영된 영상으로부터 골프공이 시계방향으로 회전했는지 아니면 반시계방향으로 회전했는지 회전방향을 정확히 측정할 수 없는 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 회전정보를 포함하는 비행정보를 정확하게 측정할 수 있도록 표면에 마킹패턴이 표시된 구형 물체를 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

[0007] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 구형 물체는, 표면에 마킹패턴이 표시되어 있는 구형(球形) 물체에 있어서, 상기 마킹패턴은 상기 구형 물체를 관측하는 시점(視點) 각각에 대해 상이한 패턴이 관측되도록 표시된다.

[0008] 바람직하게는, 상기 마킹패턴은 복수의 마킹점으로 이루어진다.

[0009] 바람직하게는, 상기 마킹점들은 상기 마킹점들 중에서 사전에 설정된 선택개수만큼 선택된 제1마킹점들을 연결하여 이루어지는 도형들 각각의 형상이 서로 상이하도록 표시된다.

[0010] 바람직하게는, 상기 마킹점들은 상기 구형 물체의 중심을 3차원 좌표공간의 원점에 위치시킨 후 임의의 시점에서 상기 구형 물체를 촬영하여 얻어지는 측정영상들 각각에 나타나는 제2마킹점들 중에서 상기 선택개수만큼 선택된 제3마킹점들을 연결하여 이루어지는 도형들 각각의 형상이 서로 상이하도록 표시된다.

[0011] 바람직하게는, 상기 구형 물체의 표면을 8개의 영역으로 균등분할하여 이루어진 각각의 분할된 영역에 적어도 3개의 상기 마킹점들이 표시된다.

[0012] 바람직하게는, 상기 마킹점들은 상기 구형 물체의 상반구 표면에 표시된 마킹점들을 연결하여 이루어지는 제1원의 중심과 상기 구형 물체의 하반구 표면에 표시된 마킹점들을 연결하여 이루어지는 제2원의 중심을 연결하는 직선이 상기 구형 물체의 중심을 지나가도록 표시되며, 상기 제1원과 상기 제2원의 크기가 상이하다.

[0013] 바람직하게는, 상기 제1원 상에 위치하는 마킹점들은 상기 제1원을 사등분하여 이루어진 호 중에서 서로 마주보는 호에는 서로 다른 개수 또는 간격으로 배치되며, 상기 제2원 상에 위치하는 마킹점들은 상기 제2원을 사등분하여 이루어진 호 중에서 서로 마주보는 호에는 서로 다른 개수 또는 간격으로 배치된다.

[0014] 바람직하게는, 상기 마킹패턴은 복수의 원으로 이루어진다.

- [0015] 바람직하게는, 상기 복수의 원 중에서 제1원의 중심은 상기 구형 물체의 중심과 일치하고, 제2원은 상기 제1원과 교차되지 않도록 표시된다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 복수의 원 중에서 제1원은 상기 구형 물체의 상반구에 표시되어 있고, 제2원은 상기 구형 물체의 하반구에 표시되어 있으며, 상기 제1원과 상기 제2원의 크기가 상이하다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 구형 물체는 골프공이다.
- [0018] 바람직하게는, 상기 마킹패턴들은 사용자가 인식할 수 없도록 적외선 도료로 표시된다.

효 과

- [0019] 본 발명에 따른 구형 물체에 의하면, 표면에 특정한 패턴이 표시된 구형 물체를 카메라로 복수개 촬영하여 구형 물체의 비행정보와 회전정보를 정확하게 측정할 수 있다. 이때 구형 물체의 최대 비행속도 및 최대 회전속도를 고려하여 두 번의 트리거 신호의 시간 간격을 설정함으로써 정확하게 구형 물체의 비행정보 및 회전정보를 측정할 수 있다. 또한 타석의 바닥면에 구형 물체의 비행정보를 측정하기 위한 어떠한 장치도 설치되지 않으면서 저가의 시스템에 의해 구형 물체의 회전정보를 포함하는 비행정보를 정확하게 측정할 수 있다. 또한 통상적인 에리어 카메라의 이미지 센서를 구성하는 CCD 라인 중에서 일부의 CCD 라인만을 활성화시켜 에리어 카메라의 A/D 변환기의 처리속도를 증가시킴으로써, 한 대의 저가 에리어 카메라로 두 대 이상의 고속 라인 스캔 카메라를 구현하여 전체적인 시스템의 제작비용을 줄일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 구형 물체의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다. 이하의 설명에서 골프공을 구형 물체의 예로 들어 설명하나, 본 발명의 범주는 이에 한정되지 아니하며, 야구공과 같은 여타 구형 물체에도 본 발명이 적용될 수 있다.
- [0021] 도 2는 본 발명에 따른 구형 물체의 비행정보 측정 시스템에 대한 바람직한 일 실시예의 구성을 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명에 따른 구형 물체의 비행정보 측정 시스템에 대한 바람직한 일 실시예의 상세한 구성을 도시한 블록도이다.
- [0022] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 구형 물체의 비행정보 측정 시스템은 트리거 신호 생성부(210), 촬영부(220), 조명부(230), 영상획득부(240) 및 정보측정부(250)를 구비한다.
- [0023] 트리거 신호 생성부(210)는 골프공이 위치하는 타석의 상부(바람직하게는 타석공간의 천장)에 설치되어 골프공이 영상획득영역을 통과할 때 트리거 신호를 발생한다. 이때 트리거 신호 생성부(210)는 골퍼에 의한 간섭을 배제하기 위해 스크린 쪽으로 약간 이동되어 설치되는 것이 바람직하다. 트리거 신호 생성부(210)에 의해 발생된 트리거 신호는 영상획득부(240)로 제공된다. 트리거 신호 생성부(210)로는 복수열의 라인센서로 이루어진 에리어 카메라가 채용되며, 이러한 에리어 카메라의 촬영영역은 촬영부(220)에 구비된 4대의 에리어 카메라의 촬영영역과 일치되도록 설정되는 것이 바람직하다. 본 발명에 있어서 저가로 고속 라인센서 카메라의 효과를 얻기 위해 트리거 신호 생성부(210)로 채용되는 에리어 카메라에 대한 변경이 필요하다. 이는 에리어 카메라에 구비된 이미지 센서의 일부 영역(즉, N개의 CCD 라인 중에서 일부 CCD 라인)만을 활성화시킴으로써 초당 촬영가능한 프레임의 수를 증가시키는 방식으로 구현된다.
- [0024] 도 4에는 트리거 신호 생성부(210)에 채용되는 카메라의 상세한 구조가 도시되어 있다. 도 4를 참조하면, 트리거 신호 생성부(210)는 렌즈(410), 이미지 센서(420), 프로그램 메모리(430), 마이크로 프로세서(440), 이미지 메모리(450), 통신모듈(460), 트리거 회로(470) 및 전원회로(480)로 구성된다.
- [0025] 이미지 센서(420)는 렌즈(410)를 통해 입사되는 광을 전기적 신호로 변환하여 출력한다. 이러한 이미지 센서(420)는 광전변환소자(Charge Coupled Device)가 어레이 형태로 배치되어 이루어지는 CCD 패널(421), 수평방향 주소 레지스터(422), 수직방향 주소 레지스터(423), 증폭기(424), 복수의 A/D 컨버터(425) 및 다중화기(426)로 구성된다.
- [0026] 이와 같은 이미지 센서(420)는 통상의 에리어 카메라에 장착되는 이미지 센서와 동일한 구성이다. 그러나 통상의 에리어 카메라에 장착되어 있는 이미지 센서는 A/D 컨버터를 통해 모든 CCD 라인으로부터 출력되는 아날로그 신호를 디지털 영상으로 변환하며, 이러한 신호 변환시 상당한 처리 시간이 요구된다. 따라서 통상의 에리어 카메라에 의해 골프공의 회전정보를 측정할 수 있을 정도로 빠른 시간 내에 복수의 영상을 촬영하는 것은 불가능

하므로, 종래의 비행정보 측정 시스템들은 모두 고가의 고속 라인스캔 카메라를 채용하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 발명에서는 이미지 센서(420)의 CCD 패널(421)을 구성하는 복수개의 CCD 라인 중에서 일부 CCD 라인만을 활성화시켜 A/D 컨버터(425)의 처리 속도를 증가시키는 방식을 제안한다. 640×480(픽셀)의 풀 프레임(Full Frame)을 기준으로 초당 250장의 영상을 촬영할 수 있는 이미지 센서를 예로 들면, 전체 CCD 라인 중에서 5개의 CCD 라인만을 활성화시키면 A/D 컨버터의 처리 속도의 증가로 인해 초당 3000장 이상의 영상을 촬영할 수 있게 된다. 이와 같이 5개의 CCD 라인만 활성화된 이미지 센서(420)의 스캔 주기는 3kHz이며, 마이크로 프로세서(440)의 처리 속도를 증가시키면 보다 높은 스캔 주기를 얻을 수 있다(즉, 초당 보다 많은 영상의 촬영이 가능하다).

[0027] 상기한 바와 같이 일부 CCD 라인만을 활성화시키기 위해 프로그램 메모리(430)의 설정을 변경하여 촬영 영상을 A/D 컨버터(425)를 통해 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 영역을 조절한다. 이는 트리거 신호 생성부(310)로 채용되는 에리어 카메라의 랜덤 윈도우(Random Windowing) 기능에 의해 가능하다. 즉, 이미지 센서(420)가 지원하는 랜덤 윈도우 기능을 이용하여 전체 CCD 패널(421)의 CCD 라인 중에서 일부 라인만 디지털 영상으로 변경하도록 설정할 수 있다. 그리고 이를 통해 저가의 단일 에어리어 카메라를 이용하여 다수의 고속 라인스캔 트리거 카메라를 이용하는 것과 동일한 기능이 구현될 수 있다. 이때 골프공의 크기와 비행특성을 고려하여 활성화되는 CCD 라인에 의해 촬영된 영상 데이터 만을 기초로 마이크로 프로세서(540)가 골프공의 통과여부를 판단한다. 이때 활성화된 CCD 라인으로부터 출력되는 영상은 A/D 컨버터(425)를 통해 디지털 신호로 변환된 후 이미지 메모리(450)에 임시로 저장된다.

[0028] 한편 프로그램 메모리(430)에는 카메라의 하드웨어 작동을 위한 펌웨어와 이미지 센서(420)에서 촬영되어 이미지 메모리(450)에 저장된 디지털 영상을 분석하여 골프공의 통과여부를 판단한 후 트리거 신호를 발생하는 프로그램이 저장된다. 마이크로 프로세서(440)는 프로그램 메모리(430)에 저장되어 있는 프로그램의 실행을 통해 골프공의 통과 여부를 판단한 후 트리거 신호를 발생하는 기능을 수행하며, 카메라 외부에서 통신을 통하여 전달 받은 이미지 센서(420)의 활성화 CCD 라인의 변경(즉, 촬영 영역의 변경)과 같은 사항을 이미지 센서(420)에 적용하는 기능을 수행한다.

[0029] 통신모듈(460)은 트리거 신호 생성부(210)와 외부 컴퓨터 간의 데이터 통신을 위해 사용되며, USB 통신모듈 등과 같은 유선 통신모듈 또는 블루투스 통신모듈 등과 같은 무선 통신모듈이 이를 위해 채용될 수 있다. 이때 통신모듈(460)을 통한 데이터 통신은 트리거 신호 생성부(210)의 설정 시에만 허용되고, 실제 동작 시는 실시간 동작을 위해 통신모듈(460)을 통한 데이터 통신이 제한되는 것이 바람직하다. 통신모듈(460)로 USB 통신모듈이 채용된 경우에 USB 포트를 통해 트리거 신호 생성부(210)에서 촬영된 영상이 외부 컴퓨터에 인스톨된 카메라 설정 프로그램으로 전달되며, 카메라 설정 프로그램에서 지정된 영상 촬영 영역과 골프 공 판정과 관련한 변수가 트리거 신호 생성부(210)로 전송된다. 카메라 설정 프로그램은 트리거 신호 생성부(210)의 전체 촬영 영역 중 골프공 통과를 감지할 영역을 변경하는 기능과 트리거 신호 생성부(210) 내에서 작동하는 골프공 통과 유무를 판단하는 영상 분석 로직의 변수의 설정 값을 변경하는 기능을 제공한다. 트리거 신호 생성부(210)는 외부 컴퓨터에서 실행되는 카메라 설정 프로그램과 독립적으로 동작하며, 카메라 설정 프로그램은 트리거 신호 생성부(210)의 설정에만 사용되는 것이 바람직하다. 트리거 회로(470)는 마이크로 프로세서(440)로부터 제어명령이 입력되는 시점에 영상획득부(240)로 TTL 레벨의 트리거 신호를 출력한다. 그리고 전원회로(480)는 카메라의 내부 전자회로 동작에 필요한 전원 관리 기능을 수행한다.

[0030] 이하에서는 도 4에 도시된 트리거 신호 생성부(210)에 채용되는 카메라를 설정하는 방법 및 이를 이용하여 트리거 신호를 생성하는 방법에 대해 설명한다.

[0031] 본 발명에서 트리거 신호 생성부(210)로 채용되는 카메라는 일반적인 에리어 카메라이다. 따라서 이를 고속 트리거 카메라로 사용하기 위해서는 상술한 바와 같이 전체 센서라인 중에서 일부의 센서라인만 선택적으로 활성화시킬 필요가 있다. 이를 위해 먼저 사용자 또는 관리자는 통신모듈(460)을 통해 트리거 신호 생성부(210)와 연결되어 있는 외부 컴퓨터를 통해 이미지 센서(410)의 CCD 라인 중에서 활성화시킬 라인에 관한 정보를 마이크로 프로세서(440)에 제공한다. 마이크로 프로세서(440)는 이미지 센서(410)가 지원하는 랜덤 윈도우(random windowing) 기능을 이용하여 전체 CCD 라인 중에서 사용자 또는 관리자가 지정한 CCD 라인만을 활성화시킨다. 이때 골프공이 진행되는 방향으로 배열되어 있는 이미지 센서(310)의 CCD 라인 중 임의로 하나 이상의 CCD 라인을 활성화시킬 CCD 라인(이하, '활성 CCD 라인'이라 함)으로 지정한다.

[0032] 도 5에는 한 개의 CCD 라인을 활성화 CCD 라인으로 지정한 예가 도시되어 있다. 도 5를 참조하면, 골프공이 활성화 CCD 라인(510)에 위치하게 되면, 배경인 인조 잔디에 비하여 상대적으로 높은 광도(brightness)를 갖는 일정 폭

의 영상이 라인 방향으로 촬영되게 된다. 따라서 활성 CCD 라인(510)에 의해 촬영된 아날로그 영상신호는 A/D 컨버터(425)를 통해 디지털 영상신호로 변환된다. 마이크로 프로세서(440)는 디지털 영상신호의 명도 레벨이 사전에 설정된 임계값보다 높은 값이 연속되는 영역의 폭에 의해 골프공의 통과여부를 판단한다. 흰색의 골프공은 골프 클럽이나 골퍼의 신체와 같은 장애물에 비해 높은 빛의 반사율을 갖고 있다. 따라서 디지털 영상신호의 명도 레벨을 기초로 골프공을 검출하는 것이 가능하다. 이때 마이크로 프로세서(440)는 디지털 영상신호의 명도 레벨이 사전에 설정된 임계값보다 높은 값이 연속되는 영역의 폭이 주어진 골프공 감지폭의 범위(즉, 골프공의 직경을 기준으로 설정된 상한값과 하한값 사이의 범위) 이내에 존재하면 골프공으로 판정한다. 이와 같이 한 개의 CCD 라인을 활성 CCD 라인(510)으로 지정할 경우에, 이미지 센서(410)의 촬영 주기가 초당 3000회 이고, 골퍼가 타격한 골프공의 최고 속도가 약 84 m/s라 하면, 활성 CCD 라인(510)에 의해 지름이 약 4.2cm인 골프공은 적어도 1회 이상 촬영되게 된다.

[0033] 도 6a 및 도 6b에는 활성 CCD 라인(610)에 위치한 각각의 골프공에 대해 촬영된 디지털 영상신호의 예가 도시되어 있다. 도 6a 및 도 6b에 도시된 디지털 영상신호를 살펴보면, 마이크로 프로세서(440)로 입력되는 디지털 영상신호에는 활성 CCD 라인(610)이 영상을 촬영한 시점에 활성 CCD 라인(610)에 위치한 골프공의 크기에 대응하는 부분의 밝기값이 주어진 임계값(인조 잔디의 명도 레벨과 골프공의 명도 레벨 사이에서 설정되는 값)보다 높게 나타난다. 따라서 골프공이 활성 CCD 라인(610)을 통과하면, 마이크로 프로세서(440)는 순차적으로 입력되는 디지털 영상신호에서 사전에 설정된 임계값보다 높은 명도 레벨을 갖는 영역의 폭(W_1 및 W_2)을 검출하고, 해당 영역의 폭과 골프공의 직경을 기초로 골프공의 통과여부를 파악한다. 이때 활성 CCD 라인의 위치, 명도 임계값 및 골프공 판정폭의 상한값과 하한값은 외부 컴퓨터에서 실행되는 카메라 설정 프로그램에서 변경할 수 있다.

[0034] 도 6a와 도 6b에 도시된 바에 따르면, 골프공의 위치에 따른 임계값보다 높은 명도 레벨을 갖는 영역의 폭은 골프공의 일부만 활성 CCD 라인(610)에 위치한 경우(즉, 도 6a의 W_1)보다 골프공의 중심이 활성 CCD 라인(610)에 위치한 경우(즉, 도 6b의 W_2)가 더 크게 된다. 만약 골프공이 통과한 것으로 판단되면, 마이크로 프로세서(440)는 트리거 회로(470)로 트리거 신호를 생성하도록 지시하고, 이에 따라 트리거 회로(470)는 트리거 신호를 생성하여 영상획득부(240)로 출력한다.

[0035] 이때 골프공의 속도정보 및 방향정보를 측정하기 위해서는 영상획득부(240)로 두 번의 연속적인 트리거 신호가 제공되어야 한다. 또한 골프공의 회전정보를 정확하게 측정하기 위해서는 영상획득부(240)로 출력되는 두 개의 트리거 신호 사이의 시간 간격이 적절하게 조절되어야 한다. 이는 두 번의 연속적인 트리거 신호에 의한 영상의 촬영 시점이 회전축의 변화와 관계없이 골프공의 회전량이 180° 미만이 되어야 골프공의 회전방향을 정확하게 파악할 수 있기 때문이다. 본 발명에서는 이러한 두 개의 트리거 신호 사이의 시간 간격을 골퍼가 타격한 골프공의 최대 비행속도와 최대 회전속도를 고려하여 결정한다.

[0036] 골프공이 최대 비행속도로 비행할 경우를 고려하면, 첫번째와 두번째 트리거 신호 사이의 시간 간격은 촬영부(220)가 첫번째 트리거 신호에 의해 골프공을 촬영한 시점으로부터 골프공이 촬영부(220)의 촬영영역을 통과하기 이전에 촬영부(220)가 두번째 트리거 신호에 의해 골프공을 촬영할 수 있도록 설정되어야 한다. 따라서 골프공의 최대 비행속도를 고려한 트리거 신호의 시간 간격의 최대값 dT_{max1} [s]는 다음의 수학적식으로 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$dT_{max1} = \frac{(L_v - D_v)}{V_{max}}$$

[0037] 여기서, L_v 는 촬영부(220)의 촬영영역의 세로방향(골프공의 진행방향)의 길이, D_v 는 촬영부(220)의 촬영영역의 진입경계로부터 첫번째 트리거 신호에 의해 골프공이 촬영되는 시점까지 골프공이 촬영영역의 세로방향으로 비행한 거리(이는 실질적으로 촬영부(220)의 촬영영역의 진입경계로부터 트리거 신호 생성부(210)의 활성 CCD 라인의 촬영영역의 진출경계까지의 거리와 동일함), 그리고, V_{max} 는 골프공의 최대 비행속도이다.

[0039] 한편, 골프공이 최대 회전속도로 회전하고 있는 경우를 고려하면, 첫번째 트리거 신호에 의한 영상촬영 시점과 두 번째 트리거 신호에 의한 영상촬영 시점 사이에 골프공이 회전한 각도가 180° 미만일 경우에만 골프공의 회전방향과 회전각도를 정확히 계산할 수 있다. 만약 두 시점 간의 골프공 회전각도가 180° 이상이면, 회전방향과 회전각도에 대한 수학적 계산식의 해가 2개가 존재하므로, 골프공의 회전을 정확히 판정할 수 없다. 따라서

골프공의 최대 회전속도를 고려한 트리거 신호의 시간 간격의 최대값 $dT_{\max 2}$ [s]는 다음의 수학적식으로 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$dT_{\max 2} = \frac{30}{N_{\max}}$$

여기서, N_{\max} 는 골프공의 최대 회전속도이다.

따라서 두 개의 트리거 신호의 시간 간격의 최대값 dT_{\max} 는 $dT_{\max 1}$ 과 $dT_{\max 2}$ 중 최소값이 되며, 결과적으로 두 개의 트리거 신호의 시간 간격은 다음의 수학적식에 의해 결정된다.

수학식 3

$$dT_{\max} = \min(dT_{\max 1}, dT_{\max 2})$$

만약 첫번째 트리거 신호에 의한 골프공의 촬영시 골프공의 위치가 세로길이가 26cm인 촬영부(220)의 촬영영역의 진입경계로부터 진출경계쪽으로 5cm 이격된 지점이라 하고, 골프공의 최대 비행속도를 84 m/s라 하면, 수학식 1에 의해 $dT_{\max 1}$ 은 약 2.5 msec가 되며, 이때 측정가능한 최대 회전속도는 12,000 rpm이 된다. 또한 골프공의 최대 회전속도를 10,000 rpm이라 하면, 수학식 2에 의해 $dT_{\max 2}$ 는 3 msec가 된다. 따라서 골프공의 최대 비행속도와 최대 회전속도를 고려한 두 개의 트리거 신호의 시간 간격은 2.5 msec 이하로 설정된다. 이때 두 개의 트리거 신호의 시간 간격이 크게 설정될수록 두 개의 트리거 신호에 의한 촬영간극 사이에 골프공이 비행한 거리가 증가하게 되어 다음의 표에서 알 수 있듯이 최종적인 측정오차가 작아지므로, 두 개의 트리거 신호의 시간 간격은 수학식 3에 의해 계산된 트리거 신호의 시간 간격의 최대값으로 설정되는 것이 바람직하다.

표 1

트리거 신호 시간 간격 (msec)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
측정 오차가 1° 일 경우에 회전 속도 오차 (rpm) (180° 구분 기준)	333	167	111	83	67
측정 오차가 0.5 mm일 경우에 속도 오차 (m/s)	1.0	0.5	0.33	0.25	0.2

표 1에 기재된 시뮬레이션 오차는 영상처리 후 각각의 트리거 신호의 출력시점에서의 골프공의 중심 오차가 공의 진행방향으로 0.5mm인 경우를 가정하여 산출된 값이다. 표 1에서 알 수 있듯이, 초속 50 m/s의 속도로 타격된 골프공의 경우에, 트리거 신호의 시간 간격이 0.5 msec로 설정되어 있다면, 속도 오차는 49 m/s ~ 51 m/s 사이에서 변동될 수 있다. 이러한 2 m/s의 오차는 골프공의 비행거리를 산출함에 있어서 큰 영향을 주게 된다. 그러나 트리거 신호의 시간 간격이 2.5 msec로 설정되어 있다면, 속도 오차는 49.8 m/s ~ 50.2 m/s 사이에서 변동되며, 따라서 트리거 신호의 시간 간격을 크게 할수록 골프공의 비행거리를 산출함에 있어서 오차를 줄일 수 있게 된다. 이러한 상황은 회전 오차의 산출에 있어서도 동일하게 적용된다.

한편, 활성 CCD 라인으로 지정되는 CCD 라인의 개수나 지정방식은 필요에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 일례로, 활성 CCD 라인을 지정할 때, K개의 CCD 라인으로 이루어진 이미지 스캐닝 윈도우를 구성한 후 이미지 스캐닝 윈도우를 구성하는 CCD 라인의 첫번째 라인으로부터 등간격으로 M개의 CCD 라인을 지정하는 방식이 채용될 수 있다.

도 7에는 이미지 센서(410)를 구성하는 CCD 라인 중에서 골프공의 진행방향으로 골프공의 직경의 1/2에 상응하는 33개의 CCD 라인(즉, K=33)을 이미지 스캐닝 윈도우(710)로 설정한 예가 도시되어 있다. 도 7을 참조하면, 이미지 스캐닝 윈도우(710)를 33개의 CCD 라인(즉, K=33)으로 구성하였을 때, 골프공이 진행하는 방향으로 이미지 스캐닝 윈도우의 첫번째 CCD 라인(720), 아홉번째 CCD 라인(725), 열일곱번째 CCD 라인(730), 스물다섯번째 CCD 라인(735) 및 서른세번째 CCD 라인(740)들이 활성화된 CCD 라인으로 지정된다. 이와 같이 활성 CCD 라인을

지정하면, 이미지 센서(410)를 구성하는 CCD 라인 중에서 5개의 CCD 라인의 출력신호만 영상 신호로 변환하게 되므로, 이미지 센서(410)에 내장된 A/D 컨버터(425)의 계산 부하를 감소시킬 수 있다. 따라서 결과적으로 초당 촬영 가능한 프레임 수가 250 프레임에서 3000 프레임 이상으로 증가된다. 또한 5개의 활성 CCD 라인을 골프공 검출라인으로 사용함으로써, 하나의 활성 CCD 라인을 사용할 때와 비교하여 골프공 통과 여부를 검출하는 정도를 5배 증가시킬 수 있다.

[0049] 도 7에 도시된 바와 같이 등간격으로 5개의 CCD 라인을 활성 CCD 라인으로 설정한 경우에 마이크로 프로세서(440)는 5개의 활성 CCD 라인(720 내지 745)의 영상을 추출하여 각 라인 별로 영상신호를 분석하고, 활성 CCD 라인 상에 골프 공이 존재하는지 유무를 판별하게 된다. 일례로, 도 8a에 도시된 바와 같이 골프공이 3개의 활성 CCD 라인(720, 725, 730) 상에 위치하게 되면, 도 8b에 도시된 바와 같은 촬영 영상이 마이크로 프로세서(440)로 입력된다. 한편 이미지 센서(410)의 영상촬영 주기가 1/3000 sec이고, 골프공의 최고 구속이 84 m/s일 때, 골프공은 1/3000 sec 동안 28mm를 이동하게 된다. 따라서 골프공 반경 크기의 이미지 스캐닝 윈도우(710) 내에 등간격으로 설정된 5개의 활성 CCD 라인에 의해 골프공의 유무를 판단하게 되면, 5.6 mm의 간격으로 골프공의 통과유무를 모니터링하는 효과를 얻을 수 있다. 이러한 방식으로 마이크로 프로세서(440)는 골프공의 통과 여부를 확인하여 첫번째 트리거 신호를 생성하도록 트리거 회로(470)로 제어명령을 출력하고, 이어서 상술한 바와 같은 방법으로 결정된 시간 간격이 경과된 후 두번째 트리거 신호를 생성하도록 트리거 회로(470)로 제어명령을 출력한다.

[0050] 도 9는 3개의 CCD 라인을 활성 CCD 라인으로 지정한 예를 도시한 도면이다. 도 9를 참조하면, 제1활성 CCD 라인(910)은 골프공의 타격 시 골프공의 영상획득 영역 통과 여부를 감지하는 데 사용된다. 이러한 제1활성 CCD 라인(910)에 의한 트리거 신호 생성과정은 도 5를 참조하여 설명한 한 개의 CCD 라인을 활성 CCD 라인으로 지정하여 트리거 신호를 생성하는 과정과 동일하므로 상세한 설명은 생략한다. 한편 제2활성 CCD 라인(920)은 제1활성 CCD 라인(910)과 일정한 거리(골프공의 반경 21mm 이내에서 골프공의 저속/고속비행여부 판단을 위한 임계값과 골프공 여부의 판단을 위한 광도폭의 설정값에 따라 가변됨) 만큼 이격되도록 설정된다. 이러한 제2활성 CCD 라인(920)은 골프공의 속도 레벨을 판단하기 위해 사용된다. 즉, 마이크로 프로세서(440)는 제1활성 CCD 라인(910)과 제2활성 CCD 라인(920) 각각에 의한 골프공 검출시점의 간격과 제1활성 CCD 라인(910)과 제2활성 CCD 라인(920)의 이격 거리를 기초로 골프공의 비행속도를 산출하여 골프공의 비행상태를 저속모드와 고속모드로 구분한다. 이러한 비행모드의 구분에 있어서 제1활성 CCD 라인(910)과 제2활성 CCD 라인(920)의 이격 거리는 사전에 설정되어 있으므로, 실질적으로 마이크로 프로세서(440)는 제1활성 CCD 라인(910)과 제2활성 CCD 라인(920) 각각에 의한 골프공 검출시점의 간격이 사전에 설정된 기준값보다 크면 저속모드로 판정하고, 작으면 고속모드로 판정한다.

[0051] 상술한 바와 같이 제1활성 CCD 라인(910)과 제2활성 CCD 라인(920)을 이용하여 골프공의 비행모드를 판정하는 경우에 트리거 신호 생성부(210)는 두번째 트리거 신호의 출력시점을 비행모드에 따라 가변적으로 결정한다. 예를 들어, 골프공이 고속으로 움직이는 것으로 판정된 경우에 트리거 신호 생성부(210)는 제1활성 CCD 라인(910)에서 골프공이 감지되어 첫번째 트리거 신호를 출력한 시점으로부터 2.5 msec 이후에 트리거 신호를 출력한다. 이와 달리 골프공이 저속으로 움직이는 것으로 판정된 경우에 트리거 신호 생성부(210)는 제1활성 CCD 라인(910)에서 골프공이 감지되어 첫번째 트리거 신호를 출력한 시점으로부터 40 msec 이후에 트리거 신호를 출력한다. 이와 같이 비행모드에 따라 트리거 신호의 출력 간격을 조절하는 이유는 다음과 같다. 골프 타격 중 퍼팅의 경우(즉, 저속 모드)는 고속 이동 시에 비하여 골프공의 속도가 현저히 낮으므로, 고속 이동시와 타격과 동일한 시간 간격으로 영상을 촬영할 경우에 골프공의 공간상의 위치의 변화가 거의 없다. 따라서 2.5 msec 동안 골프공이 이동하는 거리가 매우 작게 되어 퍼팅 시의 골프공의 속도와 회전을 계산하는 데 오차가 증가하게 된다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 퍼팅과 같이 골프공이 영상 촬영 구간을 저속으로 통과할 경우에 트리거 신호 생성부(210)는 고속 모드와 달리 40 msec의 시간 간격으로 첫번째 및 두번째 트리거 신호를 출력한다.

[0052] 제3활성 CCD 라인(930)은 골퍼가 실수한 샷에 의해 제1활성 CCD 라인(910)과 제2활성 CCD 라인(920)에서 골프공과 클럽이 겹치는 상황이 발생할 경우를 대비한 보조적인 골프공 검출 라인으로 사용된다. 따라서 제3활성 CCD 라인(930)은 선택적으로 구비될 수 있으며, 제1활성 CCD 라인(910)에 의한 골프공 검출방법과 동일한 방식으로 동작한다.

[0053] 도 10a 내지 도 10d에는 트리거 신호 생성부(210)에 의해 얻어진 영상과 활성 CCD 라인 내의 명도값이 도시되어 있다. 도 10a 내지 도 10d에 도시된 바와 같은 영상들은 실제 사용시에는 실시간 처리를 위해 외부에 구비된 PC로 전송되지 않고, 트리거 신호 생성부(210)의 설정시에만 외부에 구비된 PC로 전송된다. 또한 도 10a 내지 도

10d의 좌측 영상에서 활성 CCD 라인의 위치는 자유롭게 변경될 수 있으며, 우측 영상의 크기는 640 x 480 (픽셀)로서 트리거 신호의 출력을 위해 설정되는 명도 레벨의 임계값과 골프공의 폭에 대한 임계값 등은 필요에 따라 변경될 수 있다.

[0054] 도 10a의 좌측 영상에는 활성 CCD 라인인 수평 라인 상에 위치한 골프공(백색 원)과 A4 용지(백색 사각형)가 나타나 있고, 우측 영상에는 골프공과 A4 용지에 대응하는 부분의 명도값이 명도 레벨의 임계값보다 높음이 나타나 있다. 또한 도 10b의 좌측 영상에는 활성 스캔 라인 상에 위치한 골프공(백색 원)이 나타나 있고, 우측 영상에는 골프공에 대응하는 부분의 명도값이 명도 레벨의 임계값인 수평 라인보다 높게 나타나 있다. 또한 도 10c의 좌측 영상은 활성 CCD 라인인 수평 라인 상에 위치한 골프공과 극단적으로 눌혀 놓은 샌드 웨지를 촬영한 영상이고, 우측 영상에는 골프공과 샌드 웨지에 대응하는 부분의 명도값이 명도 레벨의 임계값보다 높게 나타나 있다. 도 10c에서 골프공의 명도폭이 샌드 웨지의 명도폭보다 좁음을 알 수 있다. 마지막으로 도 10d의 좌측 영상은 활성 CCD 라인인 수평 라인 상에 위치한 골프공과 극단적으로 눌혀 놓은 샌드 웨지를 촬영한 영상이고, 우측 영상에는 골프공에 대응하는 부분의 명도값이 명도 레벨의 임계값보다 높은 반면 샌드 웨지에 대응하는 부분의 명도값은 명도 레벨의 임계값보다 낮게 나타나 있다.

[0055] 촬영부(220)는 영상획득부(240)로부터 입력되는 트리거 신호에 기초하여 골프공을 촬영한 후 촬영한 영상 신호를 영상획득부(240)에 제공한다. 도 11에는 촬영부(200)의 구체적인 구성예가 도시되어 있다. 도 11을 참조하면, 촬영부(220)는 4개의 에리어 카메라(1110, 1120, 1130, 1140)로 구성된다. 4개의 에리어 카메라(1110, 1120, 1130, 1140)는 영상획득영역(1160)과 스크린 사이의 천정에 2열로 설치된다. 4개의 에리어 카메라(1110, 1120, 1130, 1140)의 셔터속도는 1/25000의 고속으로 설정된다.

[0056] 이때 각각의 열에 배치된 복수의 카메라에는 동일한 트리거 신호가 입력된다. 예를 들어, 제1열에 4개의 에리어 카메라(1110, 1120, 1130, 1140) 중 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)가 설치되고, 제2열에 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)가 설치되면, 영상획득영역(1160)과 가까운 제1열에 설치된 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)에 첫번째 트리거 신호가 동시에 입력되고, 영상획득영역(1160)과 먼 제2열에 설치된 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)에 두번째 트리거 신호가 동시에 입력된다. 4개의 에리어 카메라(1110, 1120, 1130, 1140) 중앙 지점에는 트리거 신호 생성부(210)로 기능하는 에리어 카메라(1150)가 배치된다. 한편, 제1에리어 카메라(1110)로부터 영상획득영역까지의 거리와 제2에리어 카메라(1120)로부터 영상획득영역까지의 거리는 동일하게 설정된다. 그리고 제3에리어 카메라(1130)로부터 영상획득영역(1160)까지의 거리와 제4에리어 카메라(1140)로부터 영상획득영역(1160)까지의 거리 역시 동일하게 설정된다. 나아가 촬영부(220)에 구비된 4개의 에리어 카메라(1110, 1120, 1130, 1140)의 영상획득영역(1160)이 일치되도록 설정되는 것이 바람직하다.

[0057] 이와 같이 구성된 촬영부(220)에 의한 촬영과정을 설명하면 다음과 같다. 먼저, 트리거 신호 생성부(210)로부터 출력된 첫번째 트리거 신호가 영상 획득부(240)에 구비된 프레임 그래버를 거쳐 제1열에 배치된 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)에 동시에 입력되면, 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)는 각각 영상을 촬영하여 영상 획득부(240)에 구비된 프레임 그래버로 출력한다. 다음으로, 트리거 신호 생성부(210)로부터 출력된 두번째 트리거 신호가 영상 획득부(240)에 구비된 프레임 그래버를 거쳐 제2열에 배치된 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)에 동시에 입력되면, 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)는 각각 영상을 촬영하여 영상 획득부(240)에 구비된 프레임 그래버로 출력한다. 도 12a 내지 도 12c에는 각각 트리거 신호 생성부(210)에 구비된 에리어 카메라(1150)에 의한 영상촬영, 제1열에 배치된 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)에 의한 영상촬영, 및 제2열에 배치된 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)에 의한 영상촬영 과정이 도시되어 있다.

[0058] 한편 촬영부(220)에 2.5 msec 이내에 두장 이상의 영상을 촬영할 수 있는 성능을 가진 채용되는 에리어 카메라가 채용되는 경우에는 트리거 신호 생성부(210)의 좌우에 각각 한 대씩 총 두 대의 에리어 카메라만 설치할 수 있다. 이와 같이 촬영부(220)를 구성하는 경우에도 두 대의 에리어 카메라의 촬영영역은 동일하게 형성되며, 각각의 트리거 신호는 동시에 두 대의 에리어 카메라로 입력된다.

[0059] 조명부(230)는 조도가 일정하게 유지되는 지속광을 방출하는 조명기구로 구성된다. 조명부(230)를 구성하는 조명기구는 촬영부(220)에 인접하여 설치되며, 따라서 제1에리어 카메라(1110)와 제4에리어 카메라(1120)의 외측과 제2에리어 카메라(1120)와 제3에리어 카메라(1130)의 외측에 각각 설치된다. 조명부(230)를 구성하는 조명기구는 영상촬영영역(1160) 보다 큰 영역을 비출 수 있는 광퍼짐 각도를 가지는 것이 바람직하며, 영상촬영영역(1160)에서의 최소 조도는 약 5000Lux 이상을 유지하는 것이 바람직하다.

[0060] 영상획득부(240)는 트리거 신호 생성부(210)로부터 입력된 트리거 신호를 촬영부(220)에 제공하고, 촬영부(220)로부터 입력된 영상을 저장하거나 정보측정부(250)에 제공한다. 이러한 영상획득부(240)는 프레임 그래버로 구성되며, 촬영부(220)에 대한 동기신호 제공, 트리거 신호 제공, 영상변환, 영상저장 등의 기능을 수행한다. 먼저, 영상획득부(240)는 촬영부(220)에 구비된 카메라들에 동기신호를 제공한다. 다음으로, 트리거 신호 생성부(210)로부터 첫번째 트리거 신호가 입력되면 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)에 동시에 트리거 신호를 제공하고, 트리거 신호 생성부(210)로부터 두번째 트리거 신호가 입력되면 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)에 동시에 트리거 신호를 제공한다. 마지막으로 영상획득부(240)는 각각의 카메라로부터 입력된 영상을 디지털 영상으로 변환한 후 저장한다. 이때 촬영부(220)로부터 입력된 영상은 프레임 그래버에 의해 디지털 영상으로 변환된 후 프레임 그래버에 구비된 저장매체 또는 외부의 저장매체에 저장된다. 그리고 저장된 디지털 영상은 정보측정부(250)로 입력된다.

[0061] 정보측정부(250)는 인스톨되어 있는 영상처리 프로그램을 구동하여 영상획득부(240)로부터 제공된 디지털 영상으로부터 공간상에서 골프공의 비행정보(즉, 비행속도, 비행방향, 회전속도, 회전축 등)를 산출한다. 먼저 정보측정부(250)는 각각의 디지털 영상으로부터 골프공의 중심을 검출하고, 스테레오 캘리브레이션 기술에 의해 첫번째 촬영시점과 두번째 촬영시점 각각에 대응하여 공간에서의 골프공의 위치와 골프공의 표면에 표시된 점의 위치를 검출한다. 다음으로, 정보측정부(250)는 첫번째 촬영시점과 두번째 촬영시점 각각에 대응하여 검출된 공간상에서의 골프공의 위치 및 골프공의 표면에 표시된 점의 위치를 기초로 골프공의 속도, 진행방향, 회전속도, 회전각도 등의 비행정보를 산출한다. 그리고 부가적으로 정보측정부(250)는 골프공의 비행정보로부터 항력, 회전 등이 고려된 운동방정식의 해를 구하여 골프공의 궤적을 계산할 수 있다.

[0062] 이러한 정보측정부(250)에 의한 골프공의 비행정보를 산출하는 과정에서 필요한 기술은 공간 상의 위치를 파악하기 위한 스테레오 캘리브레이션 기술과 골프공의 회전정보 산출 기술이다. 이하에서는 본 발명에서 이용되는 스테레오 캘리브레이션 기술과 골프공의 회전정보 산출 기술에 대해 상세하게 설명한다.

[0063] 스테레오 캘리브레이션 기술은 두 개 이상의 다른 위치의 영상을 이용하여 얻은 정보를 이용하여 공간상의 정확한 위치를 측정하는 기법이다. 정보측정부(250)는 이러한 스테레오 캘리브레이션 기술에 의해 골프공의 공간상의 위치와 회전량을 계산한다. 도 13a는 스테레오 캘리브레이션 기술의 원리를 도시한 도면이다. 도 13a를 참조하면, 스테레오 캘리브레이션에 의해 공간 상의 위치 M점을 인식하기 위해 두 대의 카메라(1310, 1320)가 필요하다. 이러한 두 대의 카메라(1310, 1320)의 설치정보(두 카메라의 공간 상의 좌표 O_{c1} , O_{c2} , 두 카메라 사이의 거리 T-기준선의 길이, 두 카메라의 초점거리를 중심으로 두 카메라 사이의 각도 R 등)가 주어져 있을 때, 두 대의 카메라(1310, 1320)에 의해 촬영된 각각의 영상(1315, 1325)에서 공간 상의 위치 M점에 대응하는 점인 m_1 과 m_2 로부터 M점의 공간 상의 위치를 알 수 있다. 스테레오 캘리브레이션은 두 단계로 구성된다. 먼저 각각의 카메라(1310, 1320)가 촬영한 두 개의 영상 사이에서 3차원 공간상에서 동일한 점을 나타내는 대응점을 검색한다. 이와 같이 두 개의 영상에서 대응되는 점을 검색하는 과정을 통상 영상일치(image matching)라 한다. 다음으로 주어진 3차원 점의 좌표가 카메라 중심으로 투영되는 광선들과 각각의 영상에 대응되는 점의 교차라는 관점에서 3차원 구조를 복원한다. 이러한 과정을 3차원 구조 복원(reconstruction)이라 한다.

[0064] 이러한 스테레오 캘리브레이션 기술을 적용하기 위해서는 우선 좌우 두대의 카메라에 대한 카메라 캘리브레이션이 선행되어야 한다. 카메라 캘리브레이션은 공간상에 위치한 3차원의 점 M과 그 점이 카메라 이미지에 표현된 2차원의 점 m과의 관계식을 구하는 과정으로 기술되며, 이는 다음의 수학식으로 표현된다.

수학식 4

[0065]
$$\tilde{m} = P\tilde{M}$$

[0066] 여기서, \tilde{m} 은 2차원의 점 좌표, \tilde{M} 은 3차원의 점 좌표, 그리고 P는 카메라 변환행렬이다.

[0067] 카메라 캘리브레이션은 보통 공간상의 위치를 알고 있는 표식점들이 부착되어 있는 캘리브레이션 도구를 이용하여 수행된다. 이때 3차원 영상 복원이 필요한 곳에 캘리브레이션 도구를 위치한 후 카메라로 캘리브레이션 도구의 이미지를 획득하여, 캘리브레이션 도구상에 위치한 표식점의 위치와 이미지 상의 표식점의 위치를 이용하여 카메라 변환행렬을 구한다. 도 13b에는 현재 사용중인 카메라 캘리브레이션 도구가 도시되어 있다. 도 13b를 참조하면, 검은원이 표식점이며 검은원의 중심좌표를 사용하여 카메라 캘리브레이션을 수행한다. 표식점은 서로

다른 공간상에 위치한 6개 이상이 필요하며, 3차원 영상 복원이 필요한 영역에 고르게 분포하는 것이 정확도 면에서 유리하다. 또한 표식점 좌표의 오차는 3차원 영상 복원에 의해 구한 공간상 좌표의 오차에 직접적인 영향을 미치므로 최대 0.1mm 이내이어야 한다. 이상에서 설명한 스테레오 캘리브레이션 기법 및 카메라 캘리브레이션은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 익히 알 수 있는 사항이므로 보다 상세한 설명은 생략한다.

[0068] 한편 본 발명에서 골프공의 회전정보는 골프공에 인쇄된 특정한 패턴을 기초로 산출된다. 종래의 골프공의 회전정보를 산출하는 방법 중 하나는 골프공의 표면에 골프공의 중심을 원의 중앙으로 하고 골프공의 표면상의 두 점을 교차점으로 갖는 복수개의 마커라인을 인쇄한 후 카메라로 고속촬영하여 골프공의 회전정보를 산출하는 방법을 취하고 있다. 그러나 이러한 방법은 골프공의 회전각도가 120° 이상이 되면 골프공의 회전방향을 판단할 수 없기 때문에 골프공이 120° 이상 회전하기 전에 두 개의 영상을 촬영하여야 한다. 또한 종래의 골프공의 회전정보를 산출하는 방법 중 또 다른 하나는 골프공의 표면에 복수개의 점을 인쇄한 후 카메라로 고속촬영하여 골프공의 회전정보를 산출하는 방법을 취하고 있다. 그러나 이러한 방법 역시 은 골프공의 회전각도가 180° 이상이 되면 골프공의 회전방향을 판단할 수 없기 때문에 골프공이 180° 이상 회전하기 전에 두 개의 영상을 촬영하여야 한다. 종래의 골프공 회전정보 산출 방법들은 골프공의 회전각도에 따른 회전방향의 문제를 고려하지 않고 있기 때문에 골프공의 회전각도를 정확하게 측정하기 위해서는 고가의 고속 카메라를 채용해야 하는 문제가 있다.

[0069] 이와 달리 본 발명에서는 트리거 신호를 생성하는 트리거 신호 생성부(210)가 골프공의 최대 비행속도 및 최대 회전속도를 고려하여 첫번째 트리거 신호를 출력한 후 골프공이 180° 이상 회전하기 전에 두번째 트리거 신호를 출력하여 골프공의 정확한 회전정보를 측정할 수 있도록 한다. 나아가 본 발명은 골프공을 어떠한 방향에서 바라보더라도 서로 상이하게 되도록 마킹패턴이 표면에 인쇄된 골프공을 이용하여 골프공의 회전정보를 측정한다. 이러한 마킹패턴은 점 또는 선으로 이루어질 수 있다.

[0070] 마킹패턴이 점으로 이루어진 경우에도 14a에 도시된 바와 같이 임의의 세개의 점을 선택하여 만들어진 각각의 삼각형들이 모두 상이하게 되도록(즉, 삼각형의 모양 또는 크기가 상이하게 되도록) 골프공의 표면에 마킹점이 인쇄된다. 이와 같이 마킹점을 이용할 경우에는 골프공의 표면을 8개의 영역으로 균등분할한 후 각각의 분할된 영역에 3개 이상의 점을 서로 다른 배치구조를 갖도록 인쇄하는 방법이 적용될 수 있다. 또한 마킹패턴이 점으로 이루어진 경우에도 14b에 도시된 바와 같이 골프공의 상반구와 하반구에 각각 축은 일치하고 직경이 서로 다른 가상의 원 상에 마킹점을 인쇄할 수도 있다. 이때 각각의 가상의 원상에 인쇄되는 마킹점들은 각각의 가상의 원을 4등분하여 이루어진 호 중에서 서로 마주보는 호에는 서로 다른 개수 또는 간격으로 마킹점이 배치되어야 한다. 마킹패턴을 점으로 형성할 경우에는 영상 처리가 용이하고, 점의 중심의 계산만으로 스테레오 캘리브레이션 기법에 의해 공간상의 위치를 곧바로 알 수 있는 이점이 있다. 또한 다양한 패턴의 인쇄가 용이하며, 다수의 점을 인쇄함으로써 빛의 산란에 의해 선명하지 않게 촬영된 점이 일부 존재하는 경우에도 나머지 점들에 의해 회전정보를 계산할 수 있는 이점이 있다.

[0071] 한편 마킹패턴이 선으로 이루어진 경우에도 14c에 도시된 바와 같이 골프공의 중심을 원의 중앙으로 하는 제1원이 골프공의 표면에 인쇄되고, 제1원보다 직경이 작은 제2원이 제1원과 교차되지 않도록 골프공의 표면에 인쇄된다. 또한 마킹패턴이 선으로 이루어진 경우에도 14d에 도시된 바와 같이 골프공의 상반구와 하반구에 각각 직경이 서로 다른 원을 인쇄할 수도 있다. 이러한 방식으로 골프공의 표면에 원을 인쇄하면 골프공을 어떠한 방향에서 바라보더라도 서로 상이한 패턴이 보여지게 된다. 이상과 같은 마킹패턴들은 사용자가 인식할 수 없도록 적외선 도료에 의해 인쇄될 수 있으며, 이 경우 상술한 카메라들은 모두 적외선 카메라로 변경되거나 적외선 영역에서 높은 감도를 갖는 카메라가 채용되어야 한다. 아울러 골프공의 표면에 인쇄되는 마킹패턴은 이 밖에도 다양한 방법이 존재하며, 골프공을 어떠한 방향에서 바라보더라도 서로 상이한 패턴이 보여지도록 하는 조건만을 만족한다면 본 발명의 범주에 포함됨은 당연하다.

[0072] 이하에서는 본 발명에서 채용하는 골프공의 회전정보 측정기법에 대해 상세하게 설명한다.

[0073] 본 발명에서는 골프공의 회전정보를 계산하기 위해서 4대의 카메라(1110, 1120, 1130, 1140)를 이용하여 각각의 트리거 신호가 입력되는 시점에 동일열에 배치된 두 대의 카메라(1110과 1120, 1130과 1140)에 의해 촬영된 영상에 존재하는 골프공의 표면에 인쇄된 점의 패턴을 분석하여 공의 회전을 계산한다. 즉, 골프공을 감지한 트리거 신호 생성부(210)에 의해 생성된 첫번째 트리거 신호가 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)로 입력되는 순간에 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)가 골프공의 영상을 촬영하고, 첫번째 트리거 신호의 생성 시점으로부터 일정한 시간이 경과된 시점에 트리거 신호 생성부(210)에 의해 생성된 두번째 트

리거 신호가 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)로 입력되는 순간에 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)가 골프공의 영상을 촬영한다.

[0074] 도 15a 내지 도 15d에는 제1에리어 카메라(1110) 및 제2에리어 카메라(1120)가 촬영한 영상 내의 골프공 영상으로부터 골프공의 회전정보를 산출하는 과정이 도시되어 있다. 도 15a 내지 도 15b를 참조하면, 두 대의 에리어 카메라(1110, 1120)는 일정한 거리를 두고 배치되어 있으므로, 각각의 카메라(1110, 1120)가 촬영한 영상은 서로 달라지게 된다. 이때 골프공의 표면 영역은 골프공을 바라볼 때 좌측에 위치한 제1에리어 카메라(1110)가 촬영한 골프공 영상(1510)과 우측에 위치한 제2에리어 카메라(1120)가 촬영한 골프공 영상(1520)에 모두 촬영되는 영역(1530), 제1에리어 카메라(1110)가 촬영한 골프공 영상(1510)에만 촬영되는 영역(1532), 그리고 제2에리어 카메라(1120)가 촬영한 골프공 영상(1510)에만 촬영되는 영역(1534)이 존재하게 된다. 이는 제3에리어 카메라(1130) 및 제4에리어 카메라(1140)에 의해 각각 촬영된 골프공 영상도 동일하다.

[0075] 정보측정부(250)는 첫번째 열에 배치된 두 대의 카메라(1110, 1120)에 의해 동시에 촬영된 각각의 골프공 영상에서 공통되는 영역(1530)에 존재하는 마킹점들에 대해 스테레오 캘리브레이션 기법을 적용하여 3차원 공간 상의 좌표를 산출한다. 또한 정보측정부(250)는 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)에 동시에 촬영되지 않은 영역(1532, 1534)에 존재하는 마킹점들의 공간 좌표를 골프공의 구 방정식과 카메라의 위치정보를 이용하여 계산한다. 도 15c에는 첫번째 트리거 신호에 대응하는 골프공에 대해 검출된 마킹점들이 도시되어 있다.

[0076] 다음으로 정보측정부(250)는 사전에 저장되어 있는 참조 패턴 데이터 중에서 서로 다른 시점(View Point)에서 촬영된 골프공 영상으로부터 얻어진 골프공의 마킹점에 대한 공간 좌표들 중에서 사전에 설정된 개수(예를 들면, 3개)만큼의 마킹점으로 이루어진 형상(1540)과 동일한 참조 패턴(1542)을 검출한다. 이때 참조 패턴 데이터는 골프공의 중심을 3차원 좌표 상의 원점에 위치시킨 후 얻어진 골프공의 표면에 인쇄된 마킹점들에 의해 형성될 수 있는 임의의 다각형(만약, 사전에 설정된 개수가 3개이면 삼각형)을 구성하는 마킹점들의 좌표이다.

[0077] 다음으로 정보측정부(250)는 사전에 설정된 개수만큼의 선택된 마킹점을 동일한 참조 패턴(1542)과 일치시키기 위한 변환행렬(롤각(roll angle), 요각(yaw angle) 및 피치각(pitch angle)의 변화량을 인자로 하는 행렬)을 산출한다. 이때 정확한 회전정보를 산출하기 위해서는 공통되는 영역(1530)에 존재하는 마킹점은 적어도 5개 이상 필요하며, 정보측정부(250)는 공통되는 영역(1530)에 존재하는 마킹점 중에서 최소한 5개의 마킹점을 선택한 후 이들 선택된 마킹점들로 구성할 수 있는 삼각형 형상 10개 각각에 대해 참조 패턴의 검출 및 변환행렬의 산출과정을 반복한다. 만약 공통되는 영역(1530)에 존재하는 마킹점이 5개 미만이면, 각각의 골프공 영상(1510, 1520)에만 존재하는 영역(1532, 1534) 중에서 추가적인 마킹점을 선택하여 최소한 5개의 마킹점이 선택되도록 한다. 공통되는 영역(1530)에 존재하는 마킹점을 우선적으로 선택하는 이유는 이러한 마킹점들은 두 개의 카메라(1110, 1120)에 의해 모두 촬영된 마킹점의 공간상의 좌표가 보다 정확하기 때문이다. 이와 같이 반복적으로 산출된 10개의 변환행렬 중에서 다음의 수학적식에 의해 산출되는 오차값이 최소인 변환행렬을 첫번째 트리거 신호에 대응하는 골프공의 제1변환행렬로 결정한다.

수학식 5

$$Error = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} D_i}{n}$$

[0078]

[0079] 여기서, D_i 는 n 개의 마킹점 중에서 임의로 선택된 3개의 마킹점 각각의 3차원 공간 상에서의 좌표값과 임의로 선택된 3개의 마킹점에 대해 산출된 변환행렬에 의해 나머지 2개의 마킹점을 변환하여 얻은 2차원 공간 상에서의 좌표값 각각에 대해 대응하는 검출된 참조 패턴을 구성하는 마킹점 사이의 거리로서 다음의 수학적식으로 표현된다.

수학식 6

$$D_i = \sqrt{(P_x[i] - Pr_x[Idx[j]])^2 + (p_y[i] - Pr_y[Idx[j]])^2 + (p_z[i] - Pr_z[Idx[j]])^2}$$

[0080]

[0081] 여기서, $P_{x,y,z}[i]$ 는 각 마킹점의 좌표값이고, $Pr_{x,y,z}[Idx[j]]$ 는 각각 $P_{x,y,z}[i]$ 에 대응하는 참조 패턴의 마킹점의 좌표값이다.

[0082] 이때 제1변환행렬을 결정하는 방법은 반복적으로 산출된 변환행렬의 평균값을 취하는 방법, 오차값이 일정한 범위 내에 존재하는 변환행렬의 평균을 취하는 방법 등 다양한 방법이 채용될 수 있다. 그리고 정보측정부(250)는 제1변환행렬로부터 첫번째 트리거 신호에 대응하는 골프공의 회전각도(즉, 롤각, 요각 및 피치각)를 산출한다. 이상의 과정을 통해 첫번째 트리거 신호에 의해 촬영된 골프공 영상으로부터 골프공의 회전정보를 나타내는 제1 변환행렬 M_{AR} 이 결정되면, 정보검출부(250)는 두번째 트리거 신호에 대응하여 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)에 의해 촬영된 영상으로부터 골프공의 회전정보를 나타내는 제2변환행렬 M_{BR} 을 결정한다.

[0083] 도 16a 내지 도 16c에는 정보측정부(250)가 제2변환행렬을 결정하는 과정이 도시되어 있다. 도 16a 내지 도 16c를 참조하면, 정보측정부(250)는 두번째 열에 배치된 두 대의 카메라(1130, 1140)에 의해 동시에 촬영된 각각의 골프공 영상에서 공통되는 영역(1630)에 존재하는 마킹점들에 대해 스테레오 캘리브레이션 기법을 적용하여 3차원 공간 상의 좌표를 산출한다. 이때 정보측정부(250)는 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)에 동시에 촬영되지 않은 영역(1632, 1634)에 존재하는 마킹점들의 공간 좌표를 골프공의 구 방정식과 카메라의 위치정보를 이용하여 계산한다. 다음으로 정보측정부(250)는 첫번째 트리거 신호에 대응하여 촬영된 영상에 대한 처리과정과 동일하게 사전에 저장되어 있는 참조 패턴 데이터 중에서 서로 다른 시점(View Point)에서 촬영된 골프공 영상으로부터 얻어진 골프공의 마킹점에 대한 공간 좌표들 중에서 사전에 설정된 개수(예를 들면, 3개)만큼의 마킹점으로 이루어진 형상(1640)과 동일한 참조 패턴(1642)을 검출한다. 이때 도 16b에 도시된 바와 같이 공통되는 영역(1630)에 존재하는 마킹점이 4개이므로, 각각의 골프공 영상(1610, 1620)에만 존재하는 영역(1632, 1634) 중에서 제3에리어 카메라(1130)가 촬영한 골프공 영상에만 존재하는 영역(1632)에서 추가적인 마킹점을 선택하여 최소한 5개의 마킹점이 선택되도록 한다. 다음으로 정보측정부(250)는 선택된 5개의 마킹점들로 구성할 수 있는 삼각형 형상 10개 각각에 대해 참조 패턴의 검출 및 변환행렬의 산출과정을 반복한다. 정보측정부(250)는 이와 같이 반복적으로 산출된 10개의 변환행렬 중에서 최소 오차값을 갖는 변환행렬을 두번째 트리거 신호에 대응하는 제2변환행렬 M_{BR} 로 결정한다.

[0084] 이상의 과정을 통해 첫번째 트리거 신호 및 두번째 트리거 신호에 의해 촬영된 골프공 영상으로부터 골프공의 회전정보를 나타내는 제1변환행렬 M_{AR} 과 제2변환행렬 M_{BR} 이 결정되면, 정보측정부(250)는 다음의 수학식에 의해 첫번째 트리거 신호에 촬영된 영상 내의 골프공에 대한 변환행렬 M_{AR} 과 두번째 트리거 신호에 촬영된 영상 내의 골프공에 대한 변환행렬 M_{BR} 로부터 최종적인 변환행렬 M_{AB} 를 산출한다.

수학식 7

[0085]
$$M_{AB} = M_{AR} \cdot M_{BR}^{-1}$$

[0086] 정보측정부(250)는 수학식 7에 의해 얻어진 최종적인 변환행렬로부터 두 촬영시점 사이에 이루어진 골프공의 회전정보(회전속도 및 회전축)를 산출한다. 그리고 부가적으로 정보측정부(250)는 주어진 환경변수와 산출된 골프공의 비행정보 및 회전정보를 이용하여 골프공의 비행궤적과 바운딩 정보를 산출할 수 있다. 이때 환경변수에는 홀 전체의 지형정보(페어웨이, 러프 등과 같은 지형종류, 지형의 밀도, 지형의 경사도 등), 골프공이 비행하는 대기정보(습도, 공기밀도, 바람방향, 바람세기, 항력계수, 양력계수 등) 등이 포함된다.

[0087] 도 17은 본 발명에 따른 구형 물체의 비행정보 측정 방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도이다.

[0088] 도 17을 참조하면, 트리거 신호 생성부(210)는 활성 CCD 라인에 의해 촬영된 영상으로부터 골프공이 검출되면 제1트리거 신호를 생성하여 영상획득부(230)로 출력한다(S1800). 영상획득부(240)는 촬영부(220)를 구성하는 2열로 배치된 4개의 에리어 카메라 중에서 제1열에 위치하는 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)에 동시에 제1트리거 신호를 제공한다(S1810). 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)는 제1트리거 신호가 입력되면 동일한 영상획득영역을 촬영하여 각각 제1영상 및 제2영상을 영상획득부(240)로 출력한다(S1820). 도 18a에는 제1트리거 신호에 대응하는 제1영상 및 제2영상이 도시되어 있다. 다음으로 트리거 신호 생성부(210)는 제1트리거 신호를 출력한 시점으로부터 사전에 설정된 시간 간격(예를 들면, 2.5 msec)이 경과한 후 제2트리거 신호를 생성하여 영상획득부(240)로 출력한다(S1830). 이어서 영상획득부(240)는 촬영부(220)를 구성하는 2열로 배치된 4개의 에리어 카메라 중에서 제2열에 위치하는 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)에 동시에 제2트리거 신호를 제공한다(S1840). 제3에리어 카메라(1130)와 제4에리어 카메라(1140)는 제2트리거 신호가 입력되면 동일한 영상획득영역을 촬영하여 각각 제3영상 및 제4영상을 영상획득부(240)로 출

력한다(S1850). 도 18b에는 제2트리거 신호에 대응하는 제3영상 및 제4영상이 도시되어 있다.

[0089] 정보측정부(250)는 제1영상과 제2영상, 그리고 제3영상과 제4영상에 대해 각각 스테레오 캘리브레이션 기법을 적용하여 제1트리거 신호 및 제2트리거 신호에 대응하는 골프공의 공간상의 위치를 산출한다(S1860). 정보측정부(250)는 산출된 골프공의 공간상의 위치를 기초로 골프공의 속도, 발사각도, 이탈각도를 산출한다(S1870). 다음으로 정보측정부(250)는 제1영상 내지 제4영상에 대해 영상처리(잡음제거, 경계검출 등)를 수행한 후 골프공 부분을 확대하여 제1골프공 영상 내지 제4골프공 영상을 얻는다(S1880). 도 19에는 영상처리 후 얻어진 골프공 영상의 예가 도시되어 있다. 다음으로 정보측정부(250)는 제1골프공 영상 내지 제4골프공 영상을 기초로 골프공의 회전정보를 산출한다(S1890).

[0090] 도 20은 정보측정부(250)에 의한 골프공의 회전정보를 산출하는 과정을 도시한 흐름도이다.

[0091] 도 20을 참조하면, 정보측정부(250)는 첫번째 열에 배치된 에리어 카메라(1110, 1120)에 의해 촬영된 영상으로부터 얻어진 각각의 골프공 영상 내의 마킹점들에 대해 전술한 스테레오 캘리브레이션 기법을 적용하여 공간상의 좌표를 산출한다(S2100). 다음으로 정보측정부(250)는 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)에 동시에 촬영되지 않은 마킹점들의 공간 좌표를 골프공의 구 방정식과 카메라의 위치정보를 이용하여 계산한다(S2110). 다음으로 정보측정부(250)는 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)에 동시에 촬영된 마킹점의 개수가 사전에 설정된 기준개수(예를 들면, 5개) 이상이면(S2120), 해당 마킹점 중에서 5개의 마킹점을 선택한다(S2130). 만약 제1에리어 카메라(1110)와 제2에리어 카메라(1120)에 동시에 촬영된 마킹점의 개수가 사전에 설정된 기준개수(예를 들면, 5개) 미만이면(S2120), 제1에리어 카메라(1110) 또는 제2에리어 카메라(1120)에 의해서만 촬영된 마킹점들 중에서 부족한 개수의 마킹점을 선택하여 추가한다(S2140). 다음으로 정보측정부(250)는 참조 패턴 데이터 중에서 선택된 5개의 마킹점 중에서 3개의 마킹점을 선택하여 만들 수 있는 삼각형 형상들 각각과 동일한 크기와 모양의 삼각형을 검색한다(S2150). 다음으로 정보측정부(250)는 선택된 5개의 마킹점 중에서 3개의 마킹점을 선택하여 만들 수 있는 삼각형 형상들 각각을 참조 패턴 데이터 중에서 검출된 참조 패턴과 일치시키기 위한 각각의 변환행렬들(M_{AR1} 내지 M_{AR10})을 산출하고, 산출된 제1변환행렬들 중에서 수학적 5로 표현되는 오차값이 최소가 되도록 하는 변환행렬을 제1트리거 신호에 의해 촬영된 골프공 영상으로부터 골프공의 회전정보를 나타내는 최종적인 제1변환행렬 M_{AR} 로 결정한다(S2160).

[0092] 이상에서 설명한 S2100단계 내지 S2160단계는 두번째 열에 배치된 에리어 카메라(1130, 1140)에 의해 촬영된 영상에 대해서도 순차적으로 수행되어 제2변환행렬 M_{BR} 을 결정한다(S2170). 다음으로 정보측정부(250)는 수학적 7을 이용하여 제1트리거 신호에 촬영된 영상 내의 골프공에 대한 변환행렬 M_{AR} 과 제2트리거 신호에 촬영된 영상 내의 골프공에 대한 변환행렬 M_{BR} 로부터 최종적인 변환행렬 M_{AB} 을 산출한다(S2180). 다음으로 정보측정부(250)는 수학적 7에 의해 얻어진 최종적인 변환행렬과 각각의 트리거 신호의 시간간격으로부터 두 촬영시점 사이에 이루어진 골프공의 회전정보(회전속도 및 회전축)를 산출한다(S2190). 그리고 부가적으로 정보측정부(250)는 주어진 환경변수와 산출된 골프공의 비행정보 및 회전정보를 이용하여 골프공의 비행궤적과 바운딩 정보를 산출할 수 있다. 도 21에는 정보측정부(250)에 의해 산출된 골프공의 비행정보 및 회전정보, 그리고 골프공의 비행궤적이 도시되어 있다.

[0093] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[0094] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특징의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

도면의 간단한 설명

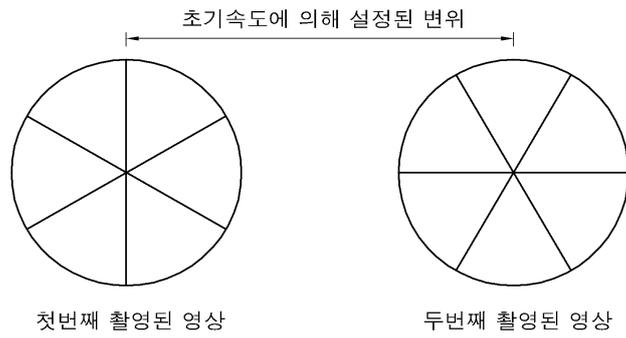
[0095] 도 1은 종래의 구형 물체 비행정보 측정 시스템에서 마킹 패턴이 형성된 골프공을 시간차이를 두고 촬영한 영상

을 도시한 도면,

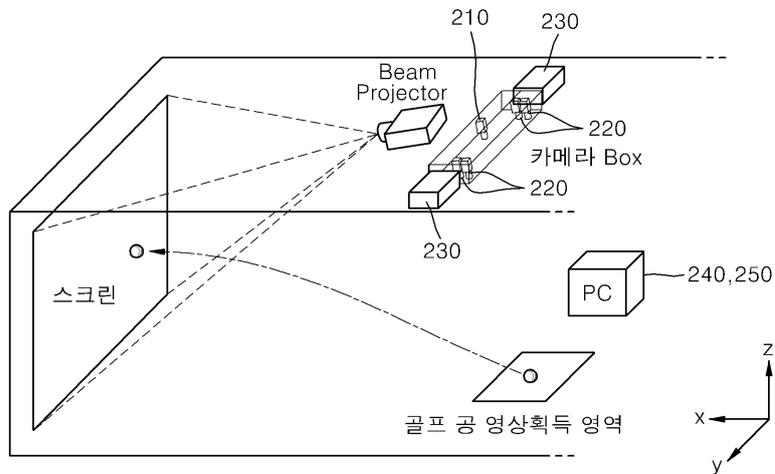
- [0096] 도 2는 본 발명에 따른 구형 물체의 비행정보 측정 시스템에 대한 바람직한 일 실시예의 구성을 도시한 도면,
- [0097] 도 3은 본 발명에 따른 구형 물체의 비행정보 측정 시스템에 대한 바람직한 일 실시예의 상세한 구성을 도시한 블록도,
- [0098] 도 4는 트리거 신호 생성부에 채용되는 카메라의 상세한 구조를 도시한 도면,
- [0099] 도 5는 트리거 신호 생성부에 채용되는 이미지 센서를 구성하는 CCD 라인 중에서 한 개의 CCD 라인을 활성 CCD 라인으로 지정한 예를 도시한 도면,
- [0100] 도 6a 및 도 6b는 각각 하나의 활성 CCD 라인에 위치한 골프공 및 해당 위치에 존재하는 골프공을 촬영한 디지털 영상신호를 도시한 도면,
- [0101] 도 7은 트리거 신호 생성부에 채용되는 이미지 센서를 구성하는 CCD 라인 중에서 골프공의 진행방향으로 골프공의 직경의 1/2에 상응하는 33개의 CCD 라인을 이미지 스캐닝 윈도우로 설정한 예를 도시한 도면,
- [0102] 도 8a 및 도 8b는 각각 5개의 활성 CCD 라인으로 구성된 이미지 스캐닝 윈도우 내에 위치한 골프공 및 해당 위치에 존재하는 골프공을 촬영한 디지털 영상신호를 도시한 도면,
- [0103] 도 9는 트리거 신호 생성부에 채용되는 이미지 센서를 구성하는 CCD 라인 중에서 세 개의 CCD 라인을 활성 CCD 라인으로 지정한 예를 도시한 도면,
- [0104] 도 10a 내지 도 10d는 각각 트리거 신호 생성부에 의해 얻어진 다양한 영상과 활성 CCD 라인 내의 명도값을 도시한 도면,
- [0105] 도 11은 촬영부의 구체적인 구성예를 도시한 도면,
- [0106] 도 12a 내지 도 12c는 각각 트리거 신호 생성부에 구비된 에리어 카메라에 의한 영상촬영, 제1열에 배치된 제1 에리어 카메라와 제2에리어 카메라에 의한 영상촬영, 및 제2열에 배치된 제3에리어 카메라와 제4에리어 카메라에 의한 영상촬영 과정을 도시한 도면,
- [0107] 도 13a는 스테레오 캘리브레이션 기술의 원리를 도시한 도면,
- [0108] 도 13b는 현재 사용중인 카메라 캘리브레이션 도구를 도시한 도면,
- [0109] 도 14a 내지 도 14d는 각각 골프공의 표면에 인쇄되는 다양한 마킹패턴의 예를 도시한 도면,
- [0110] 도 15a 내지 도 15d는 제1열에 배치된 에리어 카메라에 의해 촬영된 영상으로부터 골프공의 회전벡터를 산출하는 과정을 도시한 도면,
- [0111] 도 16a 내지 도 16c는 제2열에 배치된 에리어 카메라에 의해 촬영된 영상으로부터 골프공의 회전벡터를 산출하는 과정을 도시한 도면,
- [0112] 도 17은 본 발명에 따른 구형 물체의 비행정보 측정 방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도,
- [0113] 도 18a 및 도 18b는 각각 제1트리거 신호에 대응하는 제1영상과 제2영상 및 제2트리거 신호에 대응하는 제3영상과 제4영상의 예를 도시한 도면,
- [0114] 도 19는 영상처리 후 얻어진 골프공 영상의 예를 도시한 도면,
- [0115] 도 20은 정보측정부에 의한 골프공의 회전정보를 산출하는 과정을 도시한 흐름도, 그리고,
- [0116] 도 21은 정보측정부에 의해 산출된 골프공의 비행정보 및 회전정보, 그리고 골프공의 비행궤적이 기재된 사용자 인터페이스 화면의 예를 도시한 도면이다.

도면

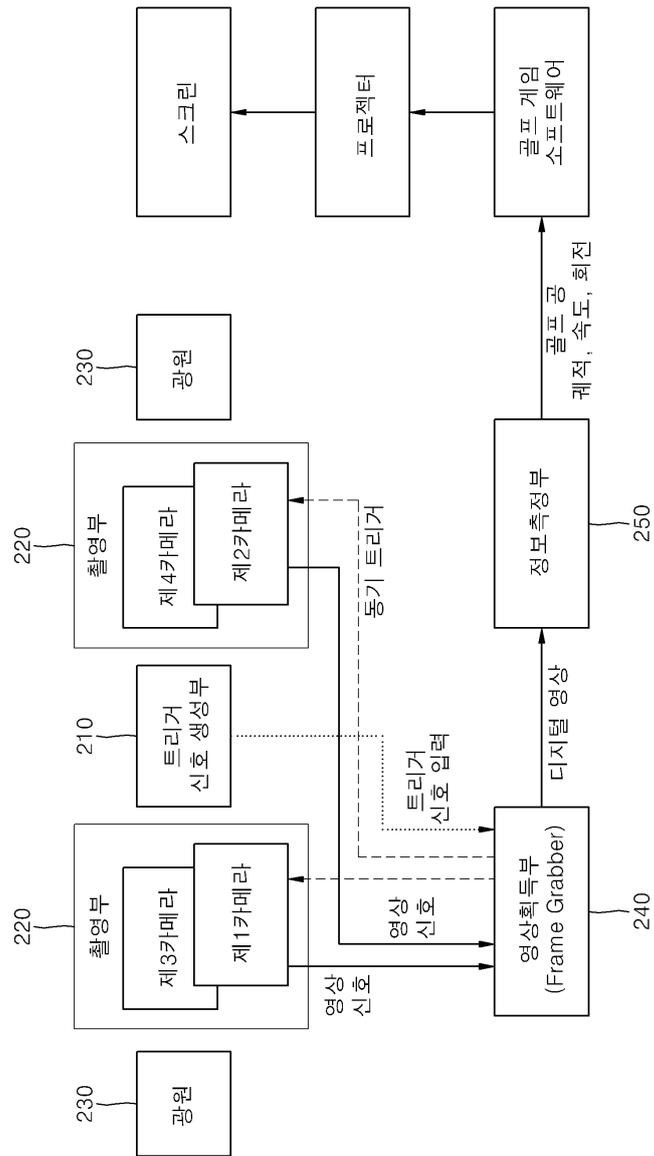
도면1



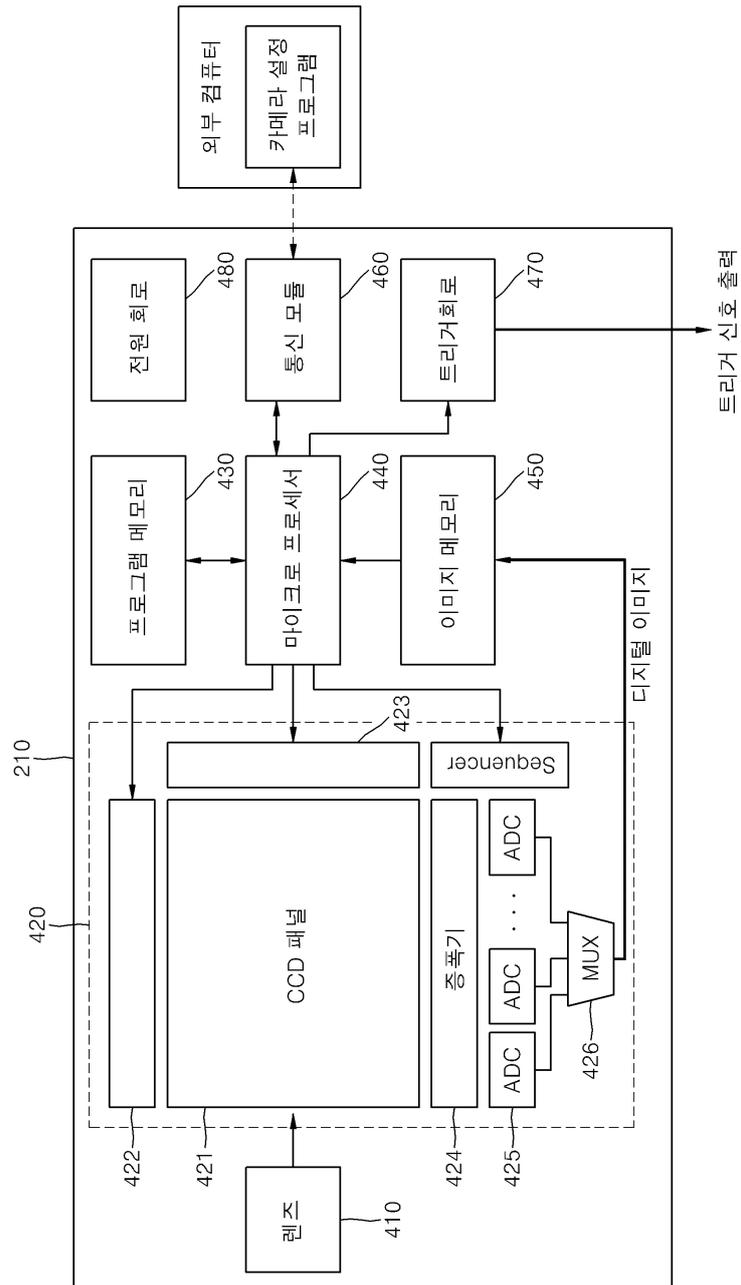
도면2



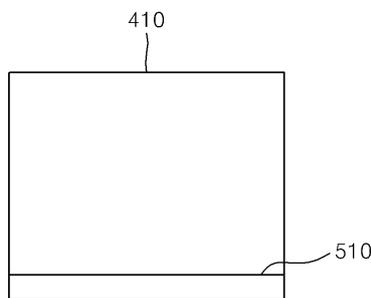
도면3



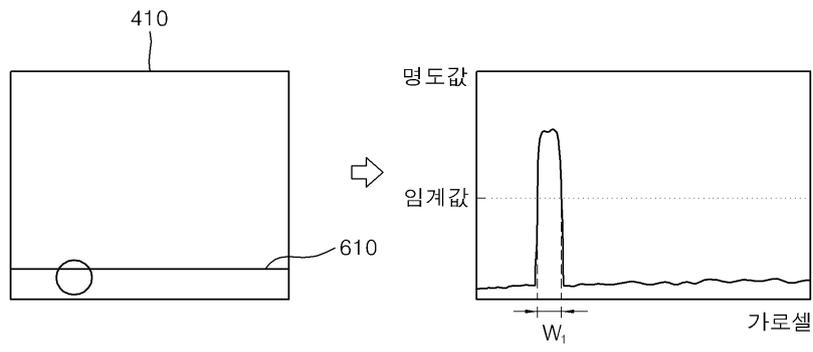
도면4



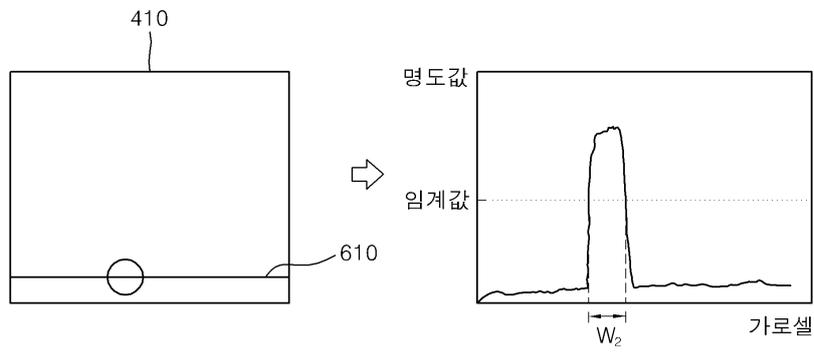
도면5



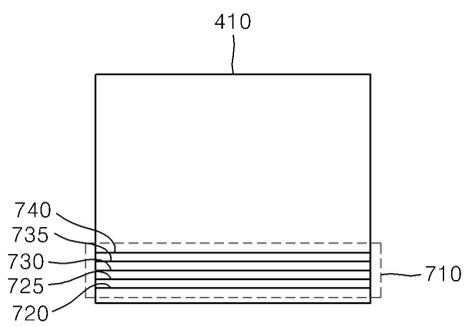
도면6a



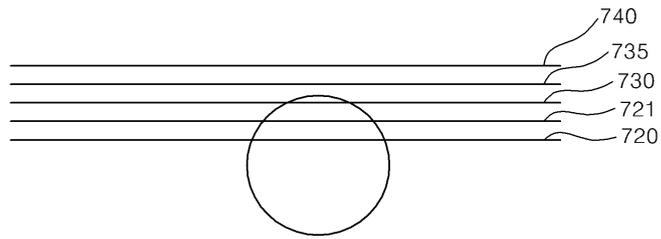
도면6b



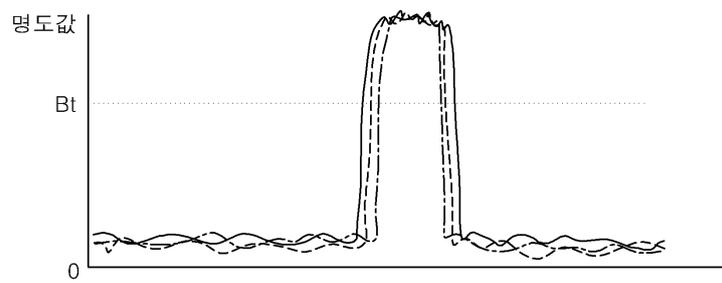
도면7



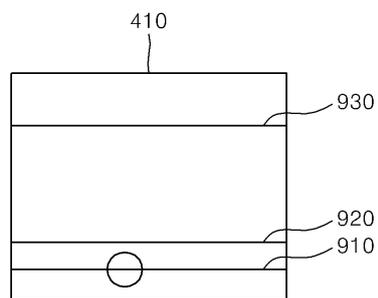
도면8a



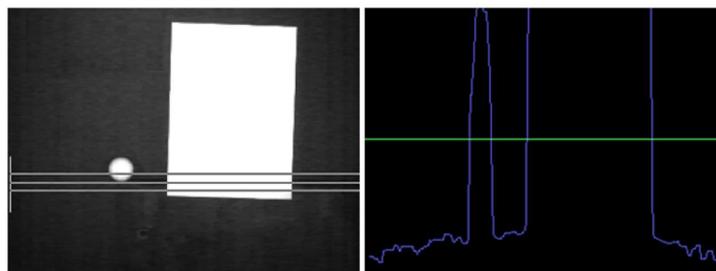
도면8b



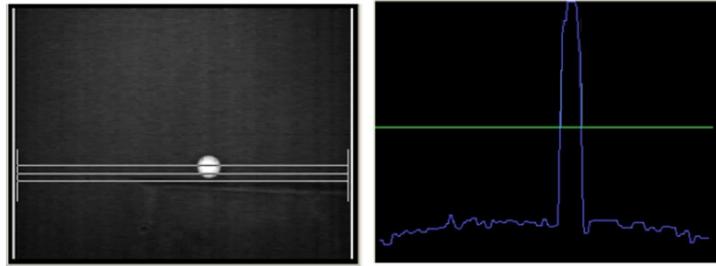
도면9



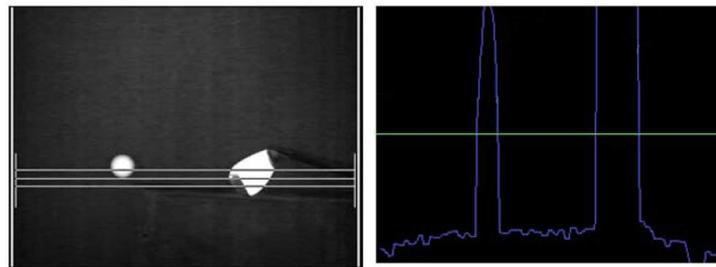
도면10a



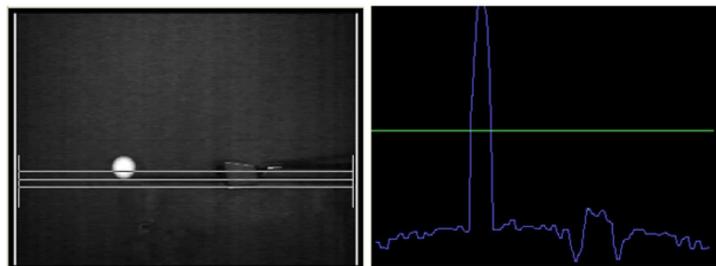
도면10b



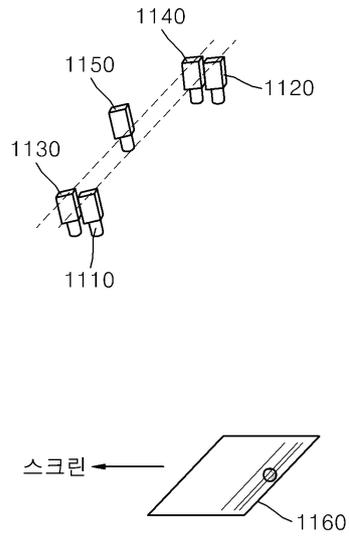
도면10c



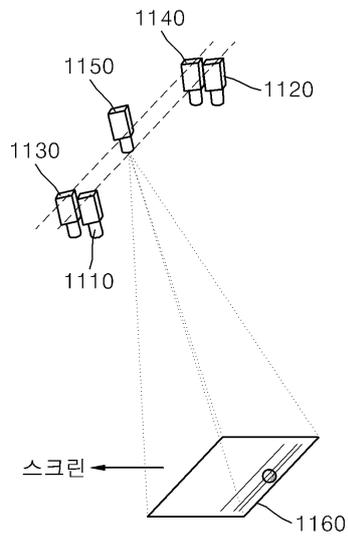
도면10d



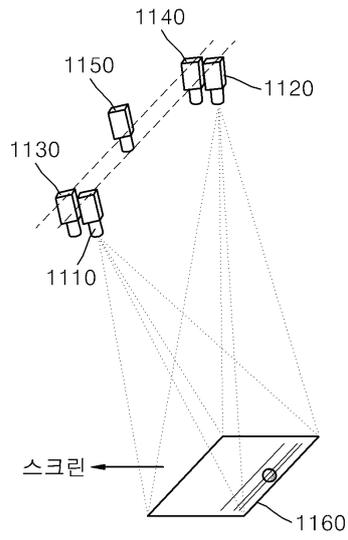
도면11



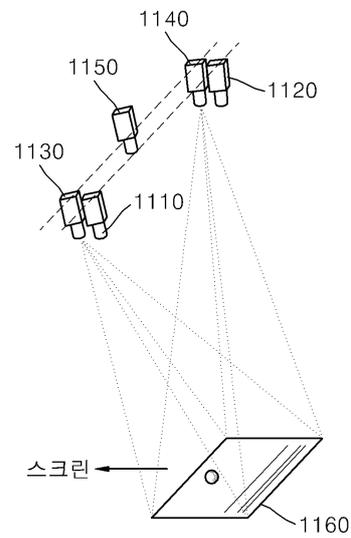
도면12a



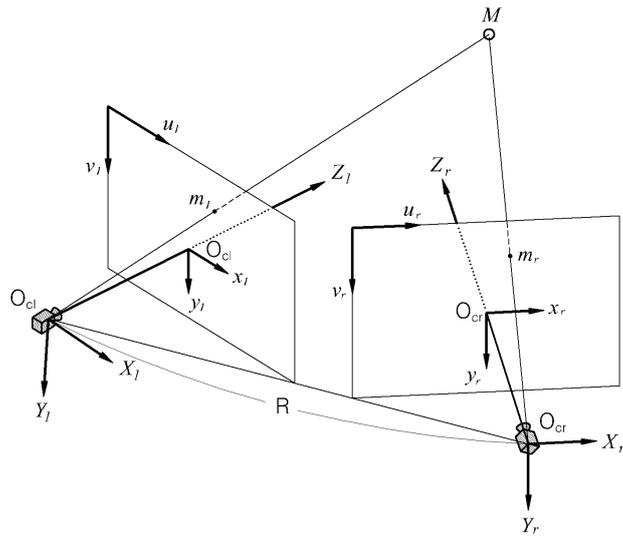
도면12b



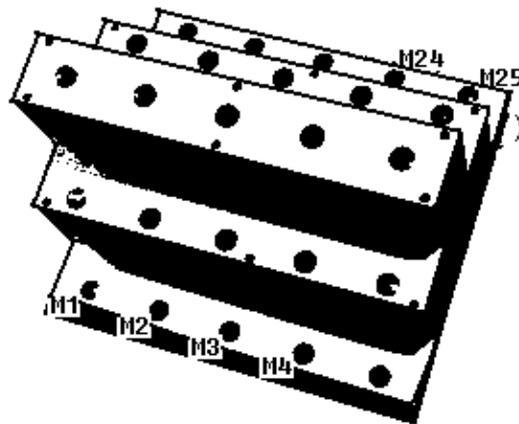
도면12c



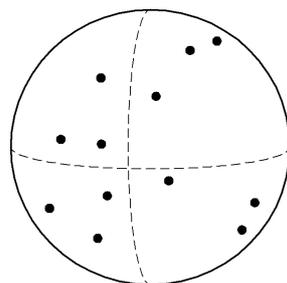
도면13a



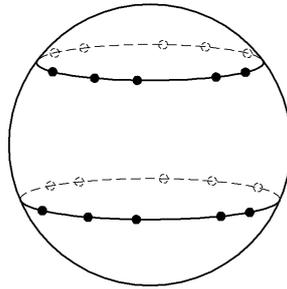
도면13b



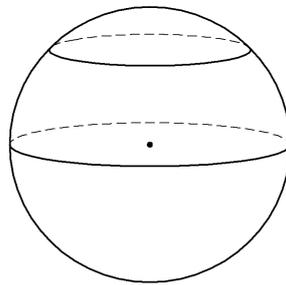
도면14a



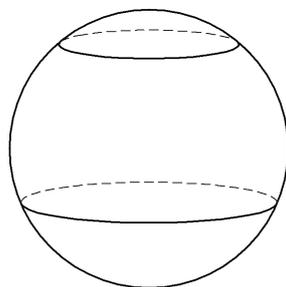
도면14b



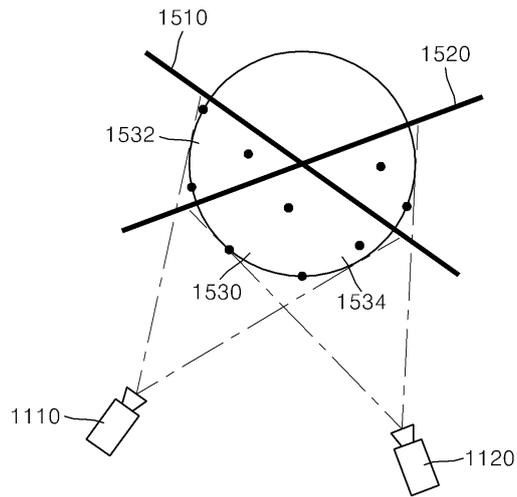
도면14c



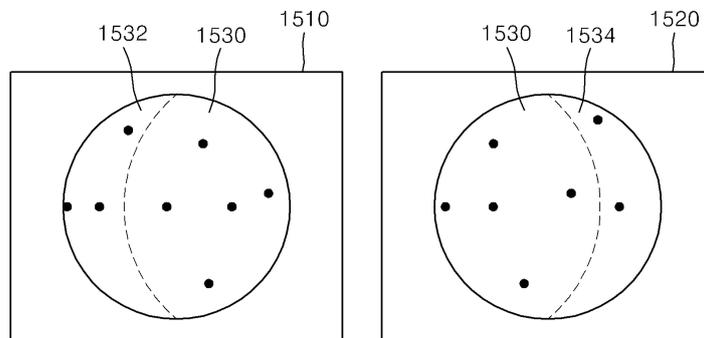
도면14d



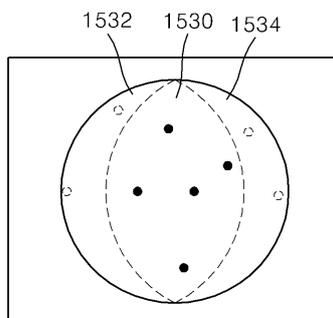
도면15a



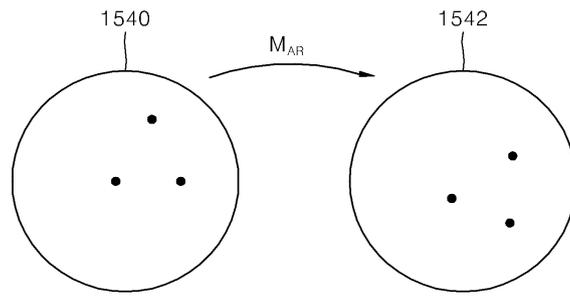
도면15b



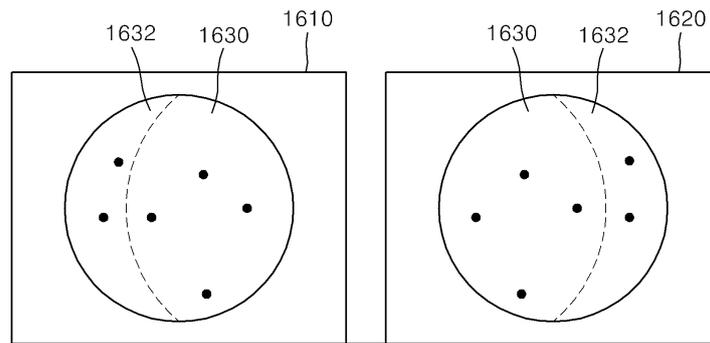
도면15c



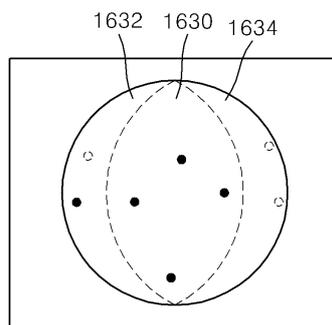
도면15d



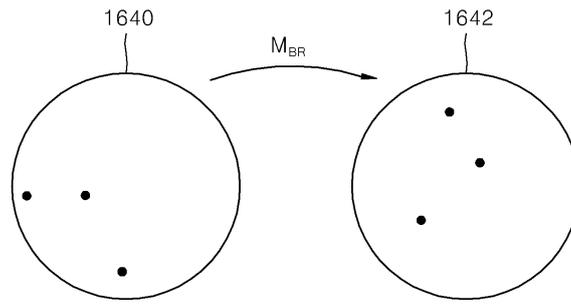
도면16a



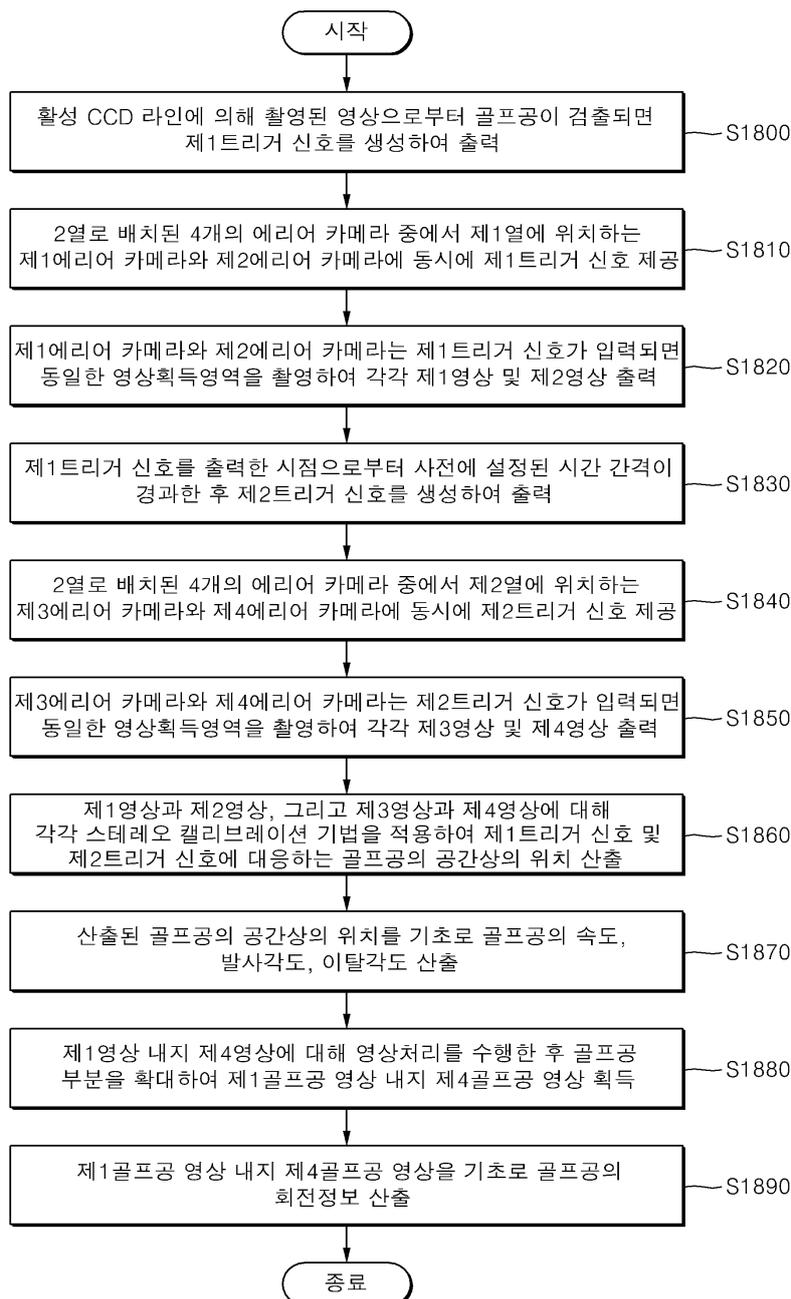
도면16b



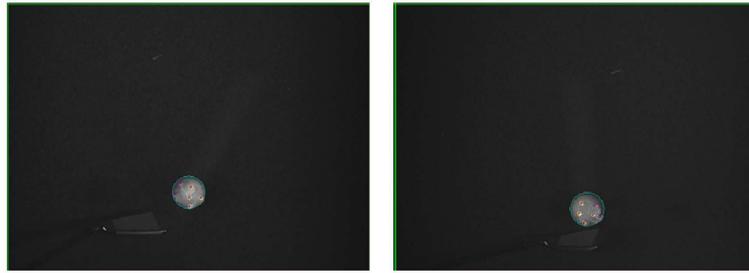
도면16c



도면17



도면18a



제1영상

제2영상

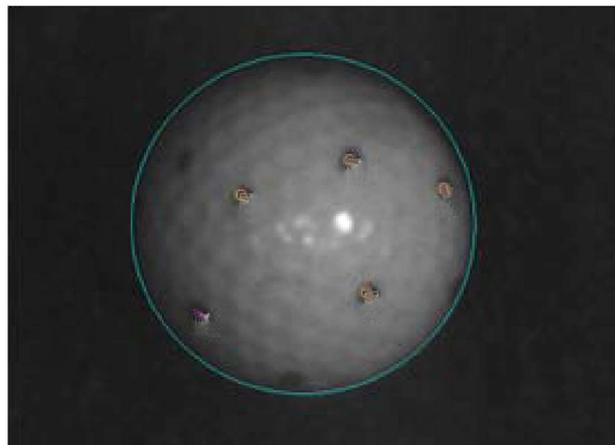
도면18b



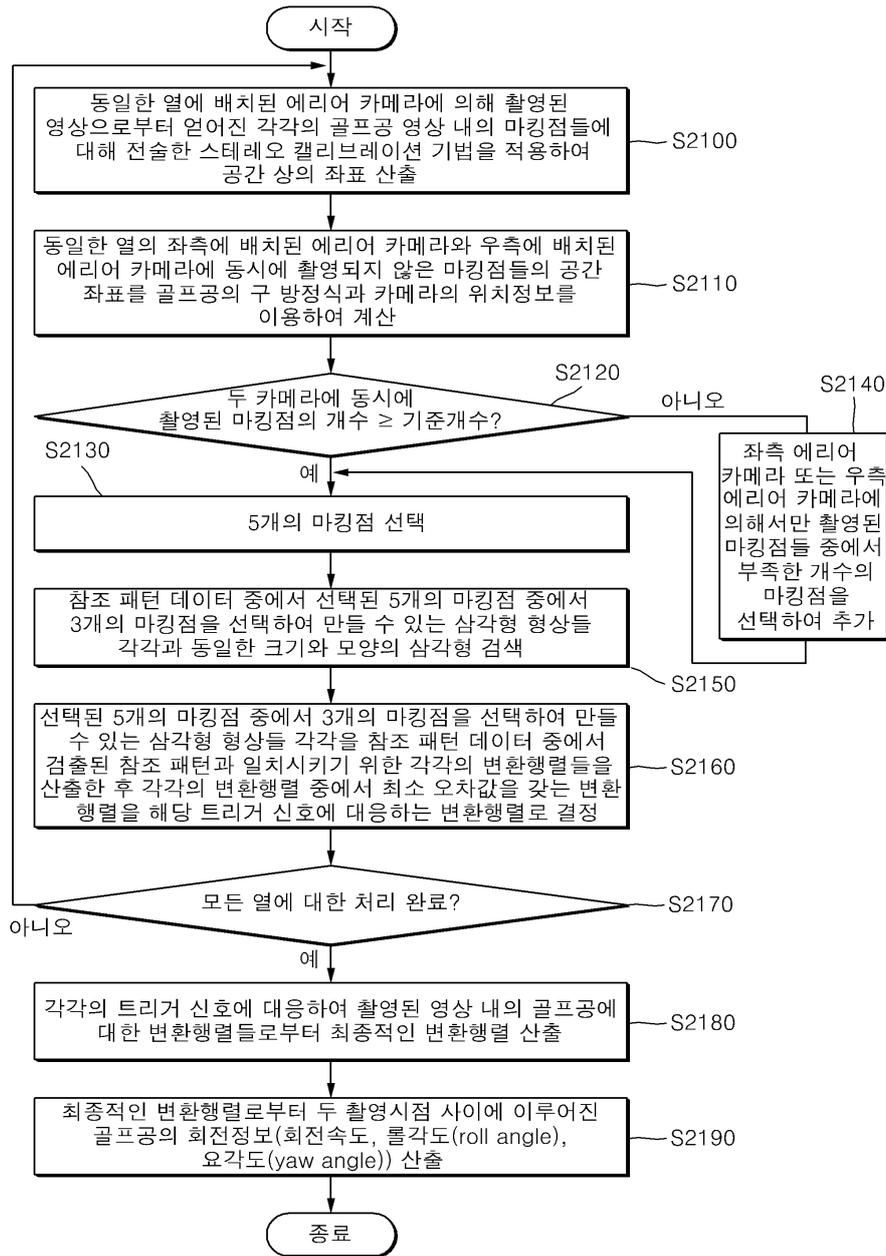
제1영상

제2영상

도면19



도면20



도면21

