



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월10일  
(11) 등록번호 10-2030963  
(24) 등록일자 2019년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02S 20/32 (2014.01) GO1C 1/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H02S 20/32 (2015.01)  
GO1C 1/00 (2019.08)  
(21) 출원번호 10-2019-0024785  
(22) 출원일자 2019년03월04일  
심사청구일자 2019년03월20일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020100071813 A\*  
KR1020150024080 A\*  
KR1020180044501 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
이영섭  
경기도 광명시 새터안로12번길 9, 팰리스필아파트  
102-903 (광명동)  
(72) 발명자  
이영섭  
경기도 광명시 새터안로12번길 9, 팰리스필아파트  
102-903 (광명동)  
(74) 대리인  
오중근

전체 청구항 수 : 총 3 항

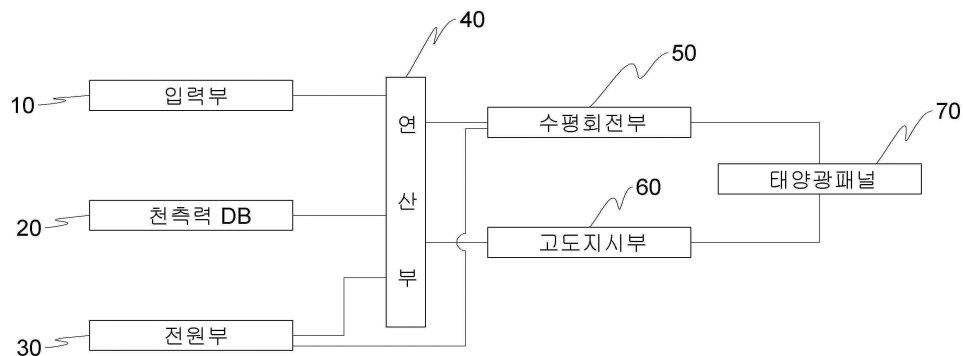
심사관 : 전병식

(54) 발명의 명칭 **천측력을 이용한 태양광 추적장치**

(57) 요약

태양을 추적하기 위한 전자적 센서 없이 태양의 추적이 가능하도록 함으로써, 센서 운용을 위한 전력 손실을 제거하고 센서 운용을 위한 시스템의 복잡함을 줄일 수 있도록 한 천측력을 이용한 태양광 추적장치에 관한 것으로서, 현재 위치와 시각 정보를 입력할 수 있는 입력부, 천측력 데이터가 저장된 천측력 데이터베이스(DB), 태양광 패널의 수평을 유지하고 보정하며, 방위를 측정하는 수평회전부, 태양광 패널의 고도를 보정하며, 고도각을 측정하는 고도지시부 및 현재 위치와 시각 정보, 천측력 데이터와 방위 및 고도각을 기초로 상기 태양광 패널의 회전축 기울기를 연산하고, 기울기 연산 결과를 기초로 태양광 패널의 기울어진 방향과 정도를 파악하고, 기울어진 방향과 정도에 따라 수평회전부 및 고도지시부를 제어하여 태양의 위치를 추적하는 연산부를 포함하여, 천측력을 이용한 태양광 추적장치를 구현한다.

대표도



(52) CPC특허분류  
Y02E 10/52 (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

태양광 패널을 이용하는 태양광 발전시스템에서 천측력을 이용하여 태양광을 추적하기 위한 장치로서,

현재 위치와 시각 정보를 입력할 수 있는 입력부;

천측력 데이터가 저장된 천측력 데이터베이스(DB);

태양광 패널의 수평을 유지하고 보정하며, 방위를 측정하는 수평회전부;

상기 태양광 패널의 고도를 보정하며, 고도각을 측정하는 고도지시부; 및

상기 현재 위치와 시각 정보, 천측력 데이터와 방위 및 고도각을 기초로 상기 태양광 패널의 회전축 기울기를 연산하고, 기울기 연산 결과를 기초로 상기 태양광 패널의 기울어진 방향과 정도를 파악하고, 상기 기울어진 방향과 정도에 따라 상기 수평회전부 및 고도지시부를 제어하여 태양의 위치를 추적하는 연산부를 포함하고,

상기 연산부는 임의의 시각에서 태양광 패널에 수직으로 설치

된 막대의 그림자가 발생하지 않는 위치의 고도(h1)와 방위(z1)를 1차적으로 산출하여 태양의 지위에 대하여 추적장치를 1차 조정하고, 태양의 지위를 1차 조정한 후 일정 시각 후에 태양광 패널에 수직으로 설치된 막대의 그림자가 발생하지 않는 위치의 고도(h2)와 방위(z2)를 2차적으로 산출하여 태양의 지위에 대하여 추적장치를 2차 조정하며,

상기 연산부는 태양의 지위를 조정하기 위해 획득한 고도(h1,

h2)와 방위(z1, z2)를 이용하여, 아래와 같은 수식으로 회전축의 기울기 정보( $\alpha$ ,  $\beta$ )를 산출하는 것을 특징으로 하는 천측력을 이용한 태양광 추적장치.

여기서  $\alpha$ 는 기울기,  $\beta$ 는 기울기 방향을 의미한다.

$$\alpha = 90 - \text{asin}(\cos(\Delta h2) \times \sin(\text{acos}((\sin(\Delta h1) - (\sin(\Delta h1) \times \sin(\Delta h2) + \cos(\Delta h1) \times \cos(\Delta h2) \times \cos(z2 - z1 + \Delta z2 - \Delta z1)) \times \sin(\Delta h2))) / (\sin(\text{acos}(\sin(\Delta h1) \times \sin(\Delta h2) + \cos(\Delta h1) \times \cos(\Delta h2) \times \cos(z2 - z1 + \Delta z2 - \Delta z1))) \times \cos(\Delta h2))))))$$

$$\beta = z1 - (\text{acos}(\sin(\Delta h1) \times \sin(\Delta h2) + \cos(\Delta h1) \times \cos(\Delta h2) \times \cos(z2 - z1 + \Delta z2 - \Delta z1)) + \text{asin}(\sin(\alpha)/\sin(\Delta h2)))$$

만일 ( $\Delta z2 < 0$ ),  $\beta = z1 - (\text{acos}(\sin(\Delta h1) \times \sin(\Delta h2) + \cos(\Delta h1) \times \cos(\Delta h2) \times \cos(z2 - z1 + \Delta z2 - \Delta z1)) + 180 - \text{asin}(\sin(\alpha)/\sin(\Delta h2)))$

이때,  $\Delta h1$ 는 이상적인 태양의 고도 h1에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다.  $\Delta h2$ 는 이상적인 태양의 고도 h2에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다.  $\Delta z1$ 은 이상적인 태양의 방위 z1에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다.  $\Delta z2$ 는 이상적인 태양의 방위 z2에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다.

#### 청구항 2

청구항 1에서, 상기 입력부는 태양광 패널에 수직으로 막대를 설치하고, 시간을 기준으로 막대의 그림자가 발생하지 않는 위치와 시각 정보를 적어도 2번 이상 입력하는 것을 특징으로 하는 천측력을 이용한 태양광 추적장치.

#### 청구항 3

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

청구항 1에서, 상기 연산부는 산출한 기울기  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 정보를 기초로 아래의 수식을 이용하여 태양 추적을 위한 태양의 진위(TP; True Point)를 산출하는 것을 특징으로 하는 천측력을 이용한 태양광 추적장치.

$$\Delta h = \text{asin}(\sin(\text{acos}(-\cos(h) \times \cos(\beta - z))) \times \sin(\alpha + \text{asin}(\sin(h) / \sin(\text{acos}(-\cos(h) \times \cos(\beta - z)))))) - h$$

$$\Delta z = \beta - \text{acos}(-\cos(h) \times \cos(\beta - z) / \cos(h + \Delta h)) + 180 - z$$

즉, 태양의 고도(h)와 방위(z)를 계산하고 이를 산출하여 이들 각각에 대한 보정값( $\Delta h$ ,  $\Delta z$ )을 합산하여 태양의 진위를 산출한다. 여기서, h는 태양의 계산된 고도이며, z는 계산된 태양의 방위이다. 이때  $\Delta h$ 는 기울기의 영향으로 보정해야 할 고도의 보정 값이며,  $\Delta z$ 는 기울기의 영향으로 보정해야 할 방위의 보정 값이다. 따라서, 태양의 고도는  $h + \Delta h$ 이고 태양의 방위는  $z + \Delta z$ 이다.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 천측력(nautical almanac)을 이용한 태양광 추적장치에 관한 것으로, 특히 태양을 추적하기 위한 전자적 센서 없이 태양의 추적이 가능하도록 함으로써, 센서 운용을 위한 전력 손실을 제거하고 센서 운용을 위한 시스템의 복잡함을 줄일 수 있도록 한 천측력을 이용한 태양광 추적장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 화석연료를 대체하면서도 환경오염 문제를 발생시키지 않는 청정 에너지원인 태양광을 이용한 친환경 에너지 설비인 태양광 발전장치의 사용이 점진적으로 증가하는 추세다.

[0003] 태양광 발전장치는 태양전지 모듈이 장착된 패널이 고정된 고정형 태양광 발전시스템과 태양의 궤도를 추종하는 추적형으로 분류할 수 있다.

[0004] 추적형으로는 태양광 추적 센서를 이용하여 고도 및 방위를 추적하는 고도방위형 태양광 발전시스템과, 일주운동을 예측한 모터 구동방식의 추적 시스템인 일주운동형 태양광 발전시스템으로 대별된다.

[0005] 고정형 태양광 발전시스템은 가장 저렴하며, 시설이나 구조가 간단하므로 과거 많이 시설되었으나, 추적시스템에 비해 효율이 낮다. 즉, 변화하는 태양 고도와 방위 때문에 태양광 입사각이 좁아짐으로 발전량이 추적용 태양광 발전시스템에 비해 많이 부족하다.

[0006] 이를 보완하기 위해 태양 추적용 시스템이 나와 있지만, 추적형 태양광 발전시스템은 아래의 상황을 만족해야 하는 의무 사항이 존재한다.

[0007] 즉, 고정형에 비하여 가성비가 뛰어날 것, 잔고장이 없을 것, 시스템의 운용 및 시설이 용이할 것 등이다. 아울러 추적형 태양광 발전 시스템은 시설을 위한 정확한 수평이 필요하며, 또한 각종 태양을 추적하기 위한 센서가 필요하다.

[0008] 한편, 추적형 태양광 발전시스템에 대해 종래에 제안된 기술들이 하기의 <특허문헌 1> 내지 <특허문헌 4>에 개시되어 있다.

[0009] <특허문헌 1>에 개시된 종래기술은 태양전지 패널을 지지하는 지주, 태양전지 패널이 장착된 메인 플레이트, 지주에 대해 메인 플레이트를 수평방향으로 360° 회전 가능하게 지주와 메인 플레이트 사이에 결합한 제1회전기동을 회전구동시키는 수평 회전구동부, 메인 플레이트를 제1회전기동에 대해 수직으로 회전 구동시키는 수직 회전구동부, 전자시계에서 제공되는 현재시간 정보를 이용하여 주간에 태양전지 패널이 태양이 동서 방향으로 이동하는 방위각 이동의 위치 궤적을 추종하도록 하루에 360°를 회전하도록 수평회전 구동부를 제어하되 태양의 일몰 이후에도 동일 회전방향으로 연속적인 회전이 이루어지도록 구동함으로써, 계절의 변화에 따른 태양의

일출, 일몰 시각이 변하여도 별도의 재교정장치가 없어도 항상 일출, 일몰 시각에 맞추어서 태양과 태양전지 패널이 수직방향을 이룰 수 있고, 계절변화에 따른 태양의 고도 변화는 수직 회전구동부를 통해 태양 고도 위치 변화를 추적하여, 구조가 단순해지면서도 태양광 집광효율을 높일 수 있다.

[0010] 또한, <특허문헌 2> 에 개시된 종래기술은 태양광을 이용하여 전력을 생산하는 하나 이상의 태양광 자체발전장치, 태양광 자체발전장치의 위치를 제어하는 하나 이상의 자체발전추적 제어부, 풍속계, 일사계, 우량계와 같은 측정장치를 통해 실시간으로 외부상황을 측정하고, 측정장치를 통해 얻어진 측정된 값과 고도, 방위, 일출, 일몰시간, 남중고도, 일 남중시간, 낮의 길이와 같은 기본정보가 입력된 값을 통해 얻어진 데이터를 자체발전추적 제어부에 근거리 통신망을 이용하여 전달하는 제어부를 포함하여 이루어진다. 이러한 구성을 통해, 실시간으로 변화하는 태양의 위치를 추종하는 반사경을 이용하여 자체발전장치의 가열부를 가열시키고, 자체발전장치의 가열부를 통해 열을 전달받은 자체발전장치는 온도 따른 왕복운동을 회전운동을 전환하여 발전기를 회전작동시켜 전력을 생산할 수 있다.

[0011] 또한, <특허문헌 3> 에 개시된 종래기술은 정밀 태양추적센서모듈은 기관, 기관의 상부를 덮는 상태로 구비되고, 중앙에 태양광을 집광하는 렌즈부가 형성되는 투명캡부, 기관의 상부의 가운데에 구비되어 투명캡부의 렌즈부를 통하여 맺히는 태양광의 초점의 위치를 감지하는 태양광 초점 감지부, 태양광 초점 감지부로부터 일정거리 이격된 상태로 기관의 상부에 등각으로 3개 이상 경사진 상태로 구비되는 복수의 광센서부를 포함한다. 이러한 구성을 통해, 태양광의 1차 추적 및 2차 추적이 가능하여 태양광을 정밀하게 추적이 가능하며, 제조비용을 낮추고 시공성을 향상시킬 수 있는 고효율 집광식 태양광발전시스템의 정밀 태양추적센서모듈을 제공한다.

[0012] 또한, <특허문헌 4> 에 개시된 종래기술은 적어도 하나 이상의 광도전셀을 이용하여 태양의 움직임에 따른 전류의 변화를 감지하고 이를 통해 수상 태양광 발전시스템에 설치된 태양광 패널의 방향이 태양광을 가장 많이 받도록 자동으로 그 위치와 자세를 조정하도록 제어함으로써, 태양광 발전시스템의 발전효율을 향상시킨다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-1136543(2012.04.06. 등록)(태양광 추적 발전장치)
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 10-1174334(2012.08.09. 등록)(태양광 추적형 자체발전시스템)
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 10-0988264(2010.10.11. 등록)(고효율 집광식 태양광발전시스템의 정밀 태양추적센서모듈)
- (특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 10-1745877(2017.06.05. 등록)(태양광 추적식 수상 태양광 발전시스템 및 그 추적방법)

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0014] 그러나 상기와 같은 일반적인 추적형 태양광 발전 시스템 및 특허문헌으로 제시한 종래기술들은 대부분 태양광 추적을 위한 센서를 이용하는 방식이므로, 별도의 센서 설치로 인한 비용이 소요되고, 센서 운용을 위한 시스템이 운용수단으로 필요하여 시스템의 구성이 복잡하고 시스템 설치 비용이 많이 소요되는 단점이 있다.

[0015] 특히, 지구의 일주운동용 추적시스템은 그 구조가 복잡하고, 일주운동을 위해 시설되는 장치가 태양광 패널을 동작시키기 위한 구조로 구현되는 것은 가성비가 떨어지는 단점이 있다.

[0016] 통상, 태양의 일주궤도를 추적한다는 것은 소형의 천체 망원경에서 사용되는 기술로서, 지구의 일주 궤도 축을 파악하여 그 축을 유지할 수 있는 시스템이 별도로 존재해야 하는 단점을 유발한다.

[0017] 따라서 근래의 태양광 추적시스템은 광센서와 같은 센서를 이용하여 방위 및 고도를 이용하는 방식의 제품이 대부분이다.

[0018] 고도방위용 태양광 추적시스템은 시스템의 구현이 상대적으로 용이한 장점과 고정형에 비하여 발전 효율이 좋다

는 장점은 있으나, 광센서를 비롯한 추적 센서가 필요하고 센서 운용 및 태양 추적을 위한 전력 손실이 발생하는 단점을 유발한다.

- [0019] 아울러 일주운동용 태양광 시스템은 광센서를 비롯한 센서류가 상대적으로 적게 필요하고 기울어진 경사에서도 사용 가능하며 기기의 동작이 단순하다는 장점은 있으나, 지구의 회전축에 동기할 수 있는 회전시스템이 필요하고 그 회전시스템의 구성이 복잡하다는 단점이 있다.
- [0020] 이상 언급한 일반적인 태양광 추적 시스템 및 특허문헌으로 언급한 종래기술들은, 조도센서, 카메라, 경사계, 나침반, 진북 대비 각도를 추출하기 위한 방위센서 등이 필요하고, 진수평 대비 고도각을 추출하는 과정, 각종 센서에서 발생하는 오차를 해결해야 하는 과정, 태양광 추적 시스템의 설비 시설시 경사가 없도록 시설해야 하는 문제, 다양한 태양광 추적시스템의 시설에 따른 오차 최소화 과정이 필요하다.
- [0021] 결론적으로, 일반적인 태양광 발전 시스템 및 특허문헌으로 언급한 종래기술들은 태양광 발전시스템의 시설이 복잡해짐에 따라 인터페이스 포인트가 증가하고, 시설이 복잡해지고, 전력소모가 많으며, 시스템 설치 비용이 많이 소요되며, 장비의 복잡함으로 인해 고장 요소도 많고 이로 인해 시설 유지보수 비용도 많이 소요되는 단점을 유발한다.
- [0022] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래기술에서 발생하는 제반 문제점을 해결하기 위해서 제안된 것으로서, 태양을 추적하기 위한 전자적 센서 없이 태양의 추적이 가능하도록 함으로써, 센서 운용을 위한 전력 손실을 제거하고 센서 운용을 위한 시스템의 복잡함을 줄일 수 있도록 한 천측력을 이용한 태양광 추적장치를 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0023] 본 발명의 다른 목적은 추적형 태양광 발전 시스템을 설치하기 위한 수평 환경을 고려할 필요가 없으며, 경사지에서는 경사를 인식하여 방위와 고도를 보정하여 태양을 추적할 수 있는 천측력을 이용한 태양광 추적장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0024] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 천측력을 이용한 태양광 추적장치는, 현재 위치와 시각 정보를 입력할 수 있는 입력부; 태양광 패널의 수평을 유지하고 보정하며, 방위를 측정하는 수평회전부; 천측력 데이터가 저장된 천측력 데이터베이스(DB); 상기 태양광 패널의 고도를 보정하며, 고도각을 측정하는 고도지시부; 상기 현재 위치와 시각 정보, 천측력 데이터와 방위 및 고도각을 기초로 태양광 패널의 회전축 기울기를 연산하고, 기울기 연산 결과를 기초로 태양광 패널의 기울어진 방향과 정도를 파악하고, 상기 기울어진 방향과 정도에 따라 상기 수평회전부 및 고도지시부를 제어하여 태양의 위치를 추적하는 연산부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 상기에서 연산부는 임의의 시각에서 태양광 패널에 수직으로 설치된 막대의 그림자가 발생하지 않는 위치의 고도( $h_1$ )와 방위( $z_1$ )를 1차적으로 산출하여 태양의 지위에 대해 추적장치를 1차 조정하고, 태양의 지위에 대해 1차 조정 후 일정 시각 후에 태양광 패널에 수직으로 설치된 막대의 그림자가 발생하지 않는 위치의 고도( $h_2$ )와 방위( $z_2$ )를 2차적으로 산출하여 태양의 지위에 대해 추적장치를 2차 조정하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 상기에서 연산부는 태양의 지위를 조정하기 위해 획득한 고도( $h_1, h_2$ )와 방위( $z_1, z_2$ )를 이용하여, 아래와 같은 수식으로 회전축의 기울기 정보( $\alpha, \beta$ )를 산출하는 것을 특징으로 한다. 여기서  $\alpha$ 는 기울기,  $\beta$ 는 기울기 방향을 의미한다.
- [0027] 
$$\alpha = 90 - \text{asin}(\cos(\Delta h_2) \times \sin(\text{acos}((\sin(\Delta h_1) - (\sin(\Delta h_1) \times \sin(\Delta h_2) + \cos(\Delta h_1) \times \cos(\Delta h_2) \times \cos(z_2 - z_1 + \Delta z_2 - \Delta z_1)) \times \sin(\Delta h_2))) / (\sin(\text{acos}(\sin(\Delta h_1) \times \sin(\Delta h_2) + \cos(\Delta h_1) \times \cos(\Delta h_2) \times \cos(z_2 - z_1 + \Delta z_2 - \Delta z_1))) \times \cos(\Delta h_2))))))$$
- [0028] 이때,  $\Delta h_1$ 는 이상적인 태양의 고도  $h_1$ 에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다.  $\Delta h_2$ 는 이상적인 태양의 고도  $h_2$ 에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다.  $\Delta z_1$ 은 이상적인 태양의 방위  $z_1$ 에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다.  $\Delta z_2$ 는 이상적인 태양의 방위  $z_2$ 에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다. 즉, 기울기 없이 해당 시스템이 시설되어 진다면, 이러한  $\Delta$  값들은 모두 0(zero)가 되어야 한다.

[0029]  $\beta = z_1 - (\text{acos}(\sin(\Delta h_1) \times \sin(\Delta h_2) + \cos(\Delta h_1) \times \cos(\Delta h_2) \times \cos(z_2 - z_1 + \Delta z_2 - \Delta z_1)) + \text{asin}(\sin(\alpha)/\sin(\Delta h_2)))$

[0030] if ( $\Delta z_2 < 0$ ),  $\beta = z_1 - (\text{acos}(\sin(\Delta h_1) \times \sin(\Delta h_2) + \cos(\Delta h_1) \times \cos(\Delta h_2) \times \cos(z_2 - z_1 + \Delta z_2 - \Delta z_1)) + 180 - \text{asin}(\sin(\alpha)/\sin(\Delta h_2)))$

[0031] 상기에서 연산부는 산출한 기울기 정보를 기초로 아래의 수식을 이용하여 태양 추적을 위한 태양의 진위(True Point)를 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0032]  $h + \Delta h = \text{asin}(\sin(\text{acos}(-\cos(h) \times \cos(\beta - z))) \times \sin(\alpha + \text{asin}(\sin(h) / \sin(\text{acos}(-\cos(h) \times \cos(\beta - z))))))$

[0033]  $z + \Delta z = \beta - \text{acos}(-\cos(h) \times \cos(\beta - z) / \cos(h + \Delta h)) + 180$

**발명의 효과**

[0034] 본 발명에 따르면 태양을 추적하기 위한 전자적 센서(수평감지기, 방위 감지기, 빛 감지기, 위치 감지기, 기타) 없이 태양의 추적이 가능하도록 함으로써, 센서 운용을 위한 전력 손실을 제거할 수 있으며, 센서 운용을 위한 시스템의 복잡함도 줄일 수 있으며, 이에 따라 고장 확률도 현저히 저감할 수 있는 효과가 있다.

[0035] 또한, 본 발명에 따르면 추적형 태양광 발전 시스템을 설치하기 위한 수평 환경을 고려할 필요가 없어 시스템의 설치에 용이함을 제공하며, 경사지에서는 경사를 인식하여 방위와 고도를 보정하여 태양을 추적할 수 있는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0036] 도 1은 본 발명에서 계산요소를 정의하기 위한 설명도,  
 도 2는 본 발명에서 이상적인 축의 회전과 실제축의 회전의 도식화도,  
 도 3은 본 발명에 따른 천측력을 이용한 태양광 추적장치의 블록 구성도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0037] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 천측력을 이용한 태양광 추적장치를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0038] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 천측력을 이용한 태양광 추적장치의 블록 구성도로서, 입력부(10), 천측력 데이터베이스(DB)(20), 전원부(30), 연산부(40), 수평회전부(50), 고도지시부(60) 및 태양광 패널(70)을 포함한다.

[0039] 여기서 수평회전부(50) 및 고도지시부(60)는 태양과 패널(70)에 전기적인 그리고 기구적인 요소로 결합할 수 있다.

[0040] 상기 입력부(10)는 현재 위치와 시각 정보를 입력할 수 있는 입력장치를 의미하고, 천측력 데이터베이스(20)는 천측력 데이터를 저장하는 역할을 하며, 전원부(30)는 배터리 등을 이용하여 구동 전원을 공급해주는 역할을 한다. 여기서 입력부(10)는 입력 완료 버튼을 포함할 수 있다.

[0041] 아울러 천측력 데이터는 시각에 따른 천체의 위치 정보를 포함한다. 대부분의 별과 별자리에서도 그 일정한 운동을 관측할 수 있는 데, 천체의 규칙적인 움직임을 정리해 놓은 것을 천측력 데이터라 한다. 이러한 천측력은 천체의 관측에 필요한 태양, 달, 행성, 항성 등의 위치를 비롯하여 천체의 관측이 가능한 각종 정보를 포함하고 있다.

[0042] 아울러 수평회전부(50)는 태양광 패널(70)의 수평을 유지하고 보정하며, 방위를 측정하는 역할을 하고, 고도지시부(60)는 상기 태양광 패널(70)의 고도를 보정하며, 고도각을 측정하는 역할을 한다.

[0043] 아울러 상기 연산부(40)는 상기 현재 위치와 시각 정보, 천측력 데이터와 방위 및 고도각을 기초로 태양광 패널(70)의 회전축 기울기를 연산하고, 기울기 연산 결과를 기초로 태양광 패널(70)의 기울어진 방향과 정도를 파악하고, 상기 기울어진 방향과 정도에 따라 상기 수평회전부(50) 및 고도지시부(60)를 제어하여 태양의 위치를 추

적하는 역할을 한다.

- [0044] 이와 같이 구성된 본 발명에 따른 천측력을 이용한 태양광 추적장치의 동작을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0045] 먼저, 태양광 추적장치를 태양광 패널(70)과 함께 태양광 발전시스템에 설치한 상태에서, 전원부(30)를 통해 전원을 공급하고, 입력부(10)를 통해 위치 및 시각 정보를 입력한다. 여기서 위치 및 시각 정보를 수동으로 입력하는 것 대신에 GPS를 이용하여 자동으로 위치 및 시각 정보를 입력하는 것도 가능하다.
- [0046] 위치 및 시각 정보가 입력되면 연산부(40)는 천측력 데이터, 방위각 정보 및 고도각 정보를 기초로 태양광 패널(70)의 기울어진 방향과 정도를 산출하고, 이를 기반으로 수평회전부(50) 및 고도지시부(60)를 제어하여 태양광 패널(70)이 태양광을 추적할 수 있도록 한다.
- [0047] 이를 위해 연산을 위한 계산요소의 사전 정의가 필요하다.
- [0048] 지구상의 어느 기준선으로부터 천체의 시권까지 서쪽으로 0° 에서 360° 까지 측정된 적도상의 호의 길이 또는 극에서의 각을 시각(HA: Hour angle)이라 한다.
- [0049] 도 1에서 본초자오선으로부터 천체의 시각까지의 시각을 그리니치 시각 또는 본초시각(GHA: Greenwich Hour Angle)이라 한다.
- [0050] 천체를 지나는 천의 자오선 상에서 천의 적도로부터 천체까지의 호를 그 천체의 적위(Declination: Dec)라 하며, 지구상의 위도에 대응한다. 적도상의 0° 에서 남북으로 각각 90° 까지 재고, 천체가 적도의 북쪽에 있으면 부호 N을, 남쪽에 있으면 부호 S를 붙인다.
- [0051] 위도와 경도가 지구 위의 임의의 점의 지구상 좌표를 나타낸다면, GHA와 Dec는 천체(여기서는 태양)의 천구상의 좌표(실체는 천체와 지구의 3차원적인 중심을 연결할 때 그 연결선이 지구 표면과 접하는 지점)를 나타낸다.
- [0052] 따라서 측정하고자 하는 시각에 태양의 정확한 위치를 산출하여 지구 좌표상의 위치를 파악하고, 알고 있는 관측자의 현재 위치에서 그 천체를 바라보는 각도를 측정함으로써 진북 기준 태양의 방위와 고도각을 정밀하게 측정할 수 있다.
- [0053] CP(Calculated Point)는 태양의 지위에 대하여 계산된 이상적인 추적 점이다. 즉, 시스템이 이상적인 태양광 발전시스템이라면 CP에서 태양광 패널(70)에 수직 막대를 세워두면 그림자가 생기지 않는다. 그러나 태양광 발전시스템이 절대 평형을 이룰 수 없기 때문에 여기서 일부 기울기가 존재한다고 가정하면, 도 2는  $\beta + 90^\circ$  방향으로  $\alpha$ 만큼 기울어져 있다.
- [0054] 따라서 태양을 추적하는 시스템을 구성하기 위해서는  $\alpha$ 와  $\beta$ 를 구하여 CP를 기준으로 TP(True Point: 실제태양의 추적 점)을 구하여야 한다. TP는 CP에  $\Delta h$ 만큼 고도를 보정해주고,  $\Delta z$  만큼 방위를 보정해 줌으로써 구할 수 있다.
- [0055] 계산요소의 정의로서, 태양의 지위는 (GHA, Dec)로 표현되며, 태양광 발전시스템이 설치된 위치는 (Longitude, Latitude)로 표현된다. 이들의 관계성에 따라 시스템에 고도와 방위 (h, z)를 표현하여야 한다.
- [0056] 도 1을 기준으로, 태양의 지위를 추적하기 위한 내 위치에서의 방위(z)와 고도(h)를 산출하면 다음과 같다.
- [0057] if (Longitude > 0), HA = 360 - Longitude,
- [0058] else, HA = - Longitude
- [0059]  $\sin(h) = \sin(\text{Latitude}) \times \sin(\text{Dec}) + \cos(\text{Latitude}) \times \cos(\text{Dec}) \times \cos(\text{HA}-\text{GHA})$
- [0060]  $\cos(z) = (\cos(\text{Dec}) - \sin(\text{Latitude}) \times \sin(h))/(\cos(\text{Latitude}) \times \cos(h))$
- [0061] 단, if (HA - GHA < 0), z = 360 - z이다.
- [0062] 이어, 태양광 발전시스템을 설치한 후, 태양광 발전시스템의 회전축이 얼마나 기울어져 있는가를 연산하고, 그 기울어진 방향과 정도를 파악하며, 이때 어떠한 보정을 통해 향후 본격적인 태양광 발전시스템의 운용이 가능한지를 연산하는 초기 작업을 수행한다. 이것은 태양의 지위를 단 2회 측정하는 것만으로 태양광 발전시스템의 모든 상황을 자동으로 연산할 수 있다.
- [0063] 즉, 첫 번째 지위에 대한 추적장치의 조정은 다음과 같다.



- [0064] 임의의 시각 t1에서 태양광 패널(70)에 수직으로 설치한 막대의 그림자가 발생하지 않는 위치를 설정하고 입력부(10)를 통해 입력 버튼을 누른다. 이때 고도 h<sub>1</sub>과 방위 z<sub>1</sub>을 구할 수 있다.
- [0065] 두 번째 지위에 대한 추적장치의 조정은 다음과 같다.
- [0066] 첫 번째 지위 조정을 마치고, 일정 시간이 흐른 후, 임의의 시각 t2에서 상기 막대의 그림자가 발생하지 않는 위치를 설정하고 입력부(10)를 통해 버튼을 또다시 누른다. 이때 고도 h<sub>2</sub>와 방위 z<sub>2</sub>를 구할 수 있다.
- [0067] 수평을 계산한다는 것은 어느 방위로 어느 정도 기울었는지를 파악하는 작업이다. 여기서 수평회전부(50)는 태양광 발전시스템에 장착되어 태양의 방위를 측정하는 데 사용되며, 고도지시부(60)는 태양광 발전시스템에 장착되어 태양의 고도각을 측정하는데 사용된다.
- [0068] 상기 h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub> 그리고 z<sub>1</sub>, z<sub>2</sub>를 이용하여 수평을 아래와 같이 계산할 수 있다.
- [0069] 도 2는 이상적인 축의 회전과 실제축의 회전을 도식화한 것이다.
- [0070] 이상적인 축이 회전할 경우 일정한 반지름을 유지한 채, 점 Pn을 중심으로 정확히 원을 구성하게 된다. 그러나 어떤 이유에서건 점 Pn에 장치된 수평 회전축이 비뚤어져 있다면(혹은, 경사), 이 수평축이 회전하면서 이상적인 축의 궤적을 유지하지 못한다.
- [0071] 도 2에서 점 Pn에 위치한 축은 α각 만큼 기울어져 있다. 또한, 그 기울은 방향은 β + 90° 방향으로 기울어져 있다. 즉, 점 Pn의 수평축은 β + 90° 방향으로 α각 만큼 기울어져 있다.
- [0072] 이렇게 기울어져 있으니, 이 기울은 축을 기준으로 고도를 측정하는 행위 역시 정확할 수가 없다.
- [0073] 따라서 기울기 정보(α와 β)를 구해야 이 회전축들이 어떠한 상태로 기울어 있는가를 알 수 있다.
- [0074] 원하는 시각에서 태양의 지위를 추적하는 경우, 이상적인 회전축(이하 이상축) 상에서 추적이 가능해야 하지만, α, β로 기준 축이 기울어진 관계로 태양의 지위는 실제 회전축(이하 실축)에서 구하여 진다.
- [0075] 이때 α와 β는 다음과 같다.
- [0076] 
$$\alpha = 90 - \text{asin}(\cos(\Delta h_2) \times \sin(\text{acos}((\sin(\Delta h_1) - (\sin(\Delta h_1) \times \sin(\Delta h_2) + \cos(\Delta h_1) \times \cos(\Delta h_2) \times \cos(z_2 - z_1 + \Delta z_2 - \Delta z_1))) \times \sin(\Delta h_2))) / (\sin(\text{acos}(\sin(\Delta h_1) \times \sin(\Delta h_2) + \cos(\Delta h_1) \times \cos(\Delta h_2) \times \cos(z_2 - z_1 + \Delta z_2 - \Delta z_1))) \times \cos(\Delta h_2))))))$$
- [0077] 
$$\beta = z_1 - (\text{acos}(\sin(\Delta h_1) \times \sin(\Delta h_2) + \cos(\Delta h_1) \times \cos(\Delta h_2) \times \cos(z_2 - z_1 + \Delta z_2 - \Delta z_1))) + \text{asin}(\sin(\alpha) / \sin(\Delta h_2))$$
- [0078] if (Δz<sub>2</sub> < 0), β = z<sub>1</sub> - (acos(sin(Δh<sub>1</sub>) × sin(Δh<sub>2</sub>) + cos(Δh<sub>1</sub>) × cos(Δh<sub>2</sub>) × cos(z<sub>2</sub> - z<sub>1</sub> + Δz<sub>2</sub> - Δz<sub>1</sub>)) + 180 - asin(sin(α)/sin(Δh<sub>2</sub>)))
- [0079] 이때, Δh<sub>1</sub>는 이상적인 태양의 고도 h<sub>1</sub>에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다. Δh<sub>2</sub>는 이상적인 태양의 고도 h<sub>2</sub>에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다. Δz<sub>1</sub>은 이상적인 태양의 방위 z<sub>1</sub>에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다. Δz<sub>2</sub>는 이상적인 태양의 방위 z<sub>2</sub>에 대하여 기울기의 영향으로 발생한 값이다. 즉, 기울기 없이 해당 시스템이 시설되어 진다면, 이러한 Δ 값들은 모두 0(zero)가 되어야 한다.
- [0080] 따라서 태양광 발전시스템이 태양을 추적하던 중, 원하는 임의의 시각에서 이상축과 실축이 일치하는 지점은 β와 β + 180° 지점 밖에는 존재하지 않는다.
- [0081] 이상과 같이 두 지점을 인위적으로 태양을 향하도록 하여, 기울기 α와 기울어진 방향 β를 구한다.
- [0082] 이어, 태양광 발전시스템의 기울기 정보 α와 β를 이용하여 보정된 TP(True Point)를 아래와 같이 산출한다.
- [0083] 
$$h + \Delta h = \text{asin}(\sin(\text{acos}(-\cos(h) \times \cos(\beta - z))) \times \sin(\alpha + \text{asin}(\sin(h) / \sin(\text{acos}(-\cos(h) \times \cos(\beta - z))))))$$
- [0084] 
$$z + \Delta z = \beta - \text{acos}(-\cos(h) \times \cos(\beta - z) / \cos(h + \Delta h)) + 180$$

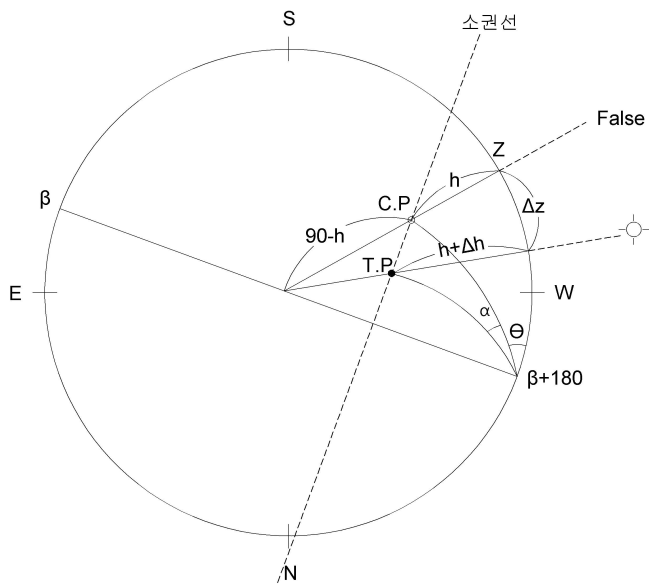
- [0085] 여기서  $\Delta h$ 는 수평에서 Pn 쪽으로 향할 때 그 값의 부호가 (+)이다.  $\Delta z$ 는 z에서 시계방향으로 그 값의 부호가 (+)이다.
- [0086] 따라서 TP의 실제 고도값은  $(h + \Delta h)$ 가 되며, 실제 방위값은  $(z + \Delta z)$ 가 된다.
- [0087] 이상과 같이 기울어진 시스템을 통해서 태양을 추적할 수 있는 태양의 진위에 대한 고도값 및 방위 값을 산출한 후, 연산부(40)는 수평회전부(50)를 통해 태양광 패널(70)의 방위각을 보정하고, 고도지시부(60)를 통해 태양광 패널(70)의 고도각을 보정하여, 태양을 추적하게 된다. 여기서 수평회전부(50)는 모터와 엔코더 등으로 이루어지며, 모터를 통해 태양광 패널(70)을 회전시키고, 엔코더를 통해 방위각을 획득하며, 고도지시부(60)는 액추에이터를 이용하여 태양광 패널(70)의 높이를 조절할 수 있다.
- [0088] 한편, 태양의 지위는 VSOP87을 이용하여 산출할 수 있다. 달의 지위는 ELP2000을 이용하여 산출 가능하므로, 보름 전후 광량이 풍부한 시점을 선택하여, 그 때에만 시스템을 작동시켜 에너지를 수집하는 것도 가능하다. 단, 에너지를 수집하기 위한 에너지의 소비가 더 클 경우에는 본 시스템을 구동할 필요가 없다. 태양과 달은 국립해양조사원에서 매년 발간하는 천측력(Almanac) 데이터를 이용할 수도 있다.
- [0089] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명은 태양을 추적하기 위한 어떠한 전자적 센서 없이 태양의 추적이 가능함으로써, 센서 운용을 위한 전력 손실이 없고, 또한 센서 운용을 위한 시스템의 복잡함을 줄일 수 있으며, 특히 태양광 패널 시스템을 설치하기 위한 수평 환경이 필요 없어 설치에 용이함을 제공하고, 경사지에 설치하여도 경사를 인식하여 방위와 고도를 보정 하여 태양을 최적으로 추적할 수 있다. 태양의 움직임을 추적하면서 태양의 입사각을 최대화 하여 에너지의 효율을 최대로 증대할 수 있게 된다.
- [0090] 이상 본 발명자에 의해서 이루어진 발명을 상기 실시 예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시 예에 한정되는 것은 아니고 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경 가능한 것은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다 할 것이다.

**부호의 설명**

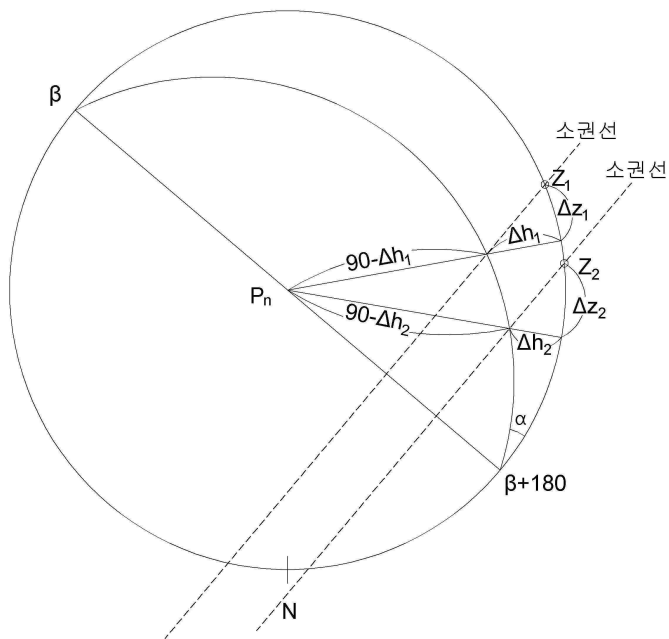
- [0091] 10: 입력부
- 20: 천측력 데이터베이스(DB)
- 30: 전원부
- 40: 연산부
- 50: 수평회전부
- 60: 고도지시부
- 70: 태양광 패널

도면

도면1



도면2



도면3

