

# 광센서 조광제어시스템의 재실변화를 고려한 광센서 형상 디자인

(A Design of Photosensor Shape Considering Change of Room Situations for the Daylight Responsive Dimming Systems)

주근탁\* · 박병철 · 최안섭\*\* · 한경철

(Keun-Tak Joo · Byung-Chul Park · An-Seop Choi · Kyung-Chil Han)

## 요 약

대규모 사무소 건물에서 에너지 절약의 방안으로 조광제어시스템이 사용되고 있다. 광센서 조광제어시스템의 효율적인 구축을 위해 광센서의 형상에 관한 고려가 필요하다. 효율적인 광센서의 형상은 사무소 건물 재실의 다양한 변화에 대응하여 초기 설치위치의 변화 없이 유동적으로 작업면의 조도를 측정할 수 있어야 한다. 이 때 광센서 최적의 방향성과 위치를 고려하여 효율적인 광센서 형상이 디자인되어야 한다.

## Abstract

Daylight responsive dimming systems have been used to save the energy in office buildings. It is needed to consider a configuration of photosensor shape for efficient management of daylight responsive dimming systems. The configuration of optimal photosensor shape must be able to measure the exact luminous flux without changing of setting positions corresponding to the changes of room situations. On this occasion, optimal photosensor shape must be designed with configuration of a proper photosensor spatial distribution and location for the daylight responsive dimming systems.

Key Words : daylight responsive dimming systems, photosensor, energy savings

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경

일반적으로 대규모 사무소 건물에서 실내를 조명할 때 30~50[%] 정도의 많은 양의 전기 에너지를

사용한다. 이와 같이 많은 양의 전기 에너지 소비는 에너지원의 가격 상승 원인 및 환경 문제에 영향을 주어 사회적, 경제적으로 화두가 되고 있는 에너지 절약의 차원에서 큰 문제로 대두 되었다. 이러한 영향 때문에 사무소 건물 내에서 주광(Daylight)을 이용하여 다양한 실내 조명방식을 통해 많은 양의 에너지를 절감하고 보다 나은 실내 환경을 조성할 수 있는 여러 가지 방법들이 진행되고 있다. 그 중에서도 광센서 조광제어시스템은 주광을 이용하여 에너지 절감을 극대화하고 최적의 시환경을 제공할 수 있는 시스템으로 손꼽히고 있다.

\* 주저자 : 세종대학교 건축공학과 석사과정  
\*\*교신저자 : 세종대학교 건축공학과 교수  
Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-3331  
E-mail : aschoi@sejong.ac.kr  
접수일자 : 2005년 3월 3일  
1차심사 : 2005년 3월 10일  
심사완료 : 2005년 4월 4일

광센서 조광제어시스템은 에너지 효율적 측면에서 불 때 유입되는 주광의 양만큼 인공조명을 제어하여 에너지를 절약하는 시스템이다. 즉 광센서를 이용하여 주광을 적극적으로 활용하고 인공조명의 에너지 부하를 최소화하여 인공조명과 주광을 합친 작업면의 조도가 항상 계획된 조도값을 유지할 수 있도록 하는 시스템이다. 이러한 시스템은 형광램프를 주 광원으로 사용하며 보조적으로 주광을 활용할 수 있는 곳이라면 어디든지 적용 가능하다. 특히 많은 형광램프가 사용되며 주광이 잘 들어오는 도심의 고층 사무소 건물에 적용하게 되면 더욱 큰 에너지 절약효과를 기대할 수 있다[1].

현재까지 이러한 시스템을 적용하는 연구가 활발히 진행되고 있으며 보다 정확한 시스템의 운용을 위해 데이터 측정 및 처리에 관한 연구가 실제 모델의 개발과 함께 진행되고 있다. 이 때 데이터 측정의 정확성에 영향을 미치는 것이 광센서의 측광이다. 즉 광센서 조광제어시스템의 광센서가 작업면의 조도를 정확하게 측정하고 여러 가지 재실의 환경변화에 적절히 대응할 수 있도록 하는 것이 전반적인 시스템 활용성에 있어서 중요한 관건이라 할 수 있다. 이를 위해서 광센서의 효율적인 영상 디자인에 관한 연구가 진행되어야 한다.

### 1.2 연구의 목적

광센서 조광제어시스템의 적용이 신뢰성을 갖기 위해서는 시스템간의 정확성이 보장되어야 한다. 이러한 시스템의 정확성에 영향을 미치는 요소는 크게 콘트롤 알고리즘(Control algorithm), 광센서 보정(Calibration), 광센서의 방향성(Spatial distribution) 및 위치(Location), 제어 시스템의 정확성(Acuracy of control system) 등으로 나누어 볼 수 있다. 최근 콘트롤 알고리즘 및 광센서 보정에 관한 방법과 광센서의 위치 및 방향성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 보다 정확한 실내 작업면의 조도를 측정하기 위하여 광센서의 위치 및 방향성에 관한 연구를 바탕으로 효율적인 광센서 영상에 관한 방법적인 연구가 진행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 선행되었던 광센서 조광제어시스템의 조광용안정기와 광센서의 성능향상을 위한 실험적 연구 중 최적의 광센서 방향

성과 위치에 관한 자료를 기본으로 효율적인 광센서 형상과 구동방법을 제시하고자 한다[2].

## 2. 이론적 배경

### 2.1 광센서 조광제어시스템의 개요

광센서 조광제어시스템은 실내로 유입되는 주광을 이용하여 실내 공간의 인공조명을 줄여 줌으로써 에너지 절감을 이룰 수 있도록 하는 시스템이다. 이는 주광의 양을 광센서로 감지하여 실내조도를 미리 설정한 값으로 항상 일정하게 유지할 수 있도록 인공조명의 밝기를 조절하는 시스템으로 구성되어 있다. 광센서 조광제어시스템의 전체적인 시스템 구성은 조명제어의 핵심을 이루는 조명 제어관리시스템(Main computer)과 데이터를 주고받을 수 있는 제어기들로 이루어져 있는데 외부에서 들어오는 광량을 측정하기 위한 광센서부, 센서값 전송과 메인 시스템에서 오는 조광값 및 각종 데이터 처리를 위한 그룹 제어기, 그리고 그룹 제어기에서 보내는 디지털 신호의 조광값을 변환하여 조광용 안정기를 구동하기 위한 변환기로 이루어져 있다. 광센서 조광제어시스템은 데이터 수집 및 전송처리에 있어서 재실자의 조작없이 메인 시스템의 자동적인 제어에 의해 구동이 가능한 만큼 대형 사무소 건물에 적용하기 적합하며 중앙제어시스템과 연계하여 운영할 수 있다는 특징이 있다. 그림 1은 광센서 조광제어시스템의 전체적인 구성을 나타낸다.

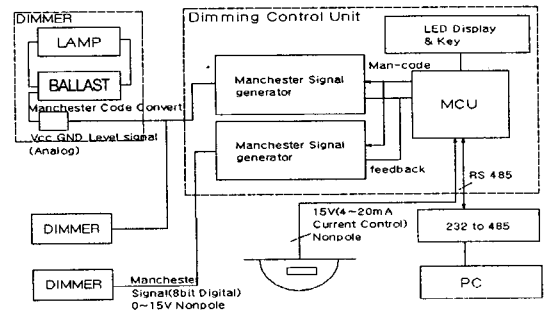


그림 1. 광센서 조광제어시스템의 구성도  
Fig. 1. Diagram of daylight responsive dimming systems

## 2.2 광센서의 기본원리

광센서는 사람의 눈으로 감지할 수 있는 가시광선을 중심으로 적외선에서 자외선 영역의 광(光) 자체 또는 광에 포함되어 있는 정보를 전기적 신호로 변환하여 검지하는 소자이다. 일반적으로 광센서 조광 제어시스템에 사용되는 광센서는 포토 다이오드로 구성되어 있는데 이는 반도체의 접합부에 빛이 조사되면 전자와 정공의 흐름이 생겨 기전력이 발생하는 광기전력 효과를 이용한 소자를 가리킨다.

포토 다이오드의 동작원리는 입사광의 에너지가 반도체의 공핍층 전계에 의해서 정공은 P형으로, 전자는 N형으로 이동해 분리되고 P형은 정(+)으로, N형은 부(-)로 대전한다. 이 양단을 결선하면 P형에서 결선을 통하여 N형으로 전류가 흐르고 빛이 조사되고 있는 동안은 외부 전원 없이 전류가 흐른다. 이 전류를 통하여 입사광의 에너지량을 결정한다. 그림 2는 포토 다이오드의 동작원리를 나타낸다[3].

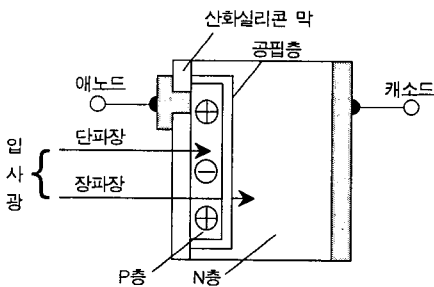


그림 2. 포토 다이오드의 동작원리  
Fig. 2. Operation principle of photo-diode

또한 포토 다이오드는 빛의 양을 탐지하는 기능을 가지고 있는데, 이는 인간의 눈보다 전자기장 스펙트럼의 자외선과 적외선의 범위를 벗어난 영역에서 민감하게 반응하기 때문에 인간의 눈에 대한 대략적인 반응을 포토셀의 스펙트럼 반응으로 만들기 위해서 컬러 컬렉션 필터(Color correction filter)를 포함하고 있다[4]. 포토 다이오드는 입사광에 대해 직선성이 우수하고 고속의 응답 특성, 광대역의 파장 감도, 저 잡음, 진동 및 충격의 내구성 등의 장점이 있다.

## 2.3 광센서의 최적 방향성과 위치

선행연구인 광센서 조광제어시스템의 조광용안정기와 광센서의 성능향상을 위한 실험적 연구에서는 광센서의 최적 방향성과 위치에 관한 자료를 제시하고 있다[2]. 이는 광센서 형상의 디자인에 있어서 가장 근본이 되는 자료인데, 광센서의 방향성과 위치라는 환경적 변수를 적절히 수용하여 광센서가 정확한 측광을 할 수 있도록 하는 것이 가장 효율적인 광센서 형상의 디자인 요점이기 때문이다.

선행연구에서는 광센서 조광제어시스템의 성능향상을 위해 광센서를 천장에 위치별(창문으로부터 1.4, 2.4, 3.4, 4.4[m]) 및 포토셀 방향별(바닥면 기준으로 0, 30, 60°)로 각각 설치하여 작업면 조도와 광센서 시그널의 상관성을 분석하고, 시스템의 최적인 광센서 위치와 방향성을 찾아 작업면 조도를 정확하게 측광하도록 실험하였다.

광센서 위치 선정에 있어서 광센서 조광제어시스템을 이용할 때 CEC(California Energy Commission)에서는 창문으로부터 5[m]이상의 거리에 광센서를 설치하지 않는 것이 합리적이라고 하였으며, 대략 2/3지점의 위치가 바람직하다고 제안하였다[4]. 이에 따라 선행연구에서는 광센서 측정위치를 실의 2/3지점인 3.4[m]를 포함하여 ±1씩 구분한 1.4[m], 2.4[m], 3.4[m], 4.4[m]의 지점에 위치시켜 센서위치가 실내조도의 측정에 어떤 영향을 미치는지 알아보았다.

다음은 선행연구의 실험 결론이며, 표 1은 실내내부 광센서의 각 위치 및 방향별 작업면 조도대 광센서 시그널의 비율과 결정계수에서 3.3[m]와 4.4[m]의 포토셀 방향 60°가 측광 위치와 방향성에 있어서 우수하다는 것을 나타낸다[2].

- 1) 전체적으로 광센서 위치는 제한된 4곳의 위치 중 3.4[m]와 4.4[m]가 유리한 것으로 나타났다.
- 2) 광센서의 측광 2개 방향 중에 측광방향을 실내내부로 향하게 하는 쪽이 전체적으로 모두 유리하게 나타났다.
- 3) 광센서의 거리 구분 없이 광센서 포토셀의 방향은 대체적으로 60°가 유리한 것으로 나타났다.

광센서 조광제어시스템의 재실변화를 고려한 광센서 영상 디자인

표 1. 광센서의 위치 및 방향별 시그널 비율과 결정계수

Table 1. Photosensor signal rates and determination factors by each position and direction

거리[m]	0도		30도		60도	
	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2
광센서 부착위치: 1.4[m]						
1.4	0.74	0.7857	1.21	0.7517	0.98	0.9807
2.4	0.34	0.8204	0.55	0.8317	0.47	0.9464
3.4	0.22	0.8483	0.36	0.8603	0.3	0.9516
4.4	0.14	0.8444	0.23	0.7946	0.18	0.9165
광센서 부착위치: 2.4[m]						
1.4	1.08	0.7505	1.33	0.9209	1.69	0.9911
2.4	0.52	0.8546	0.67	0.9673	0.79	0.9910
3.4	0.38	0.9048	0.43	0.9863	0.48	0.9912
4.4	0.23	0.9193	0.27	0.9842	0.29	0.9865
광센서 부착위치: 3.4[m]						
1.4	1.19	0.736	2.21	0.972	2.22	0.9593
2.4	0.64	0.8426	1.09	0.9916	1.06	0.9863
3.4	0.47	0.9168	0.69	0.9901	0.67	0.9968
4.4	0.32	0.9379	0.42	0.9778	0.4	0.9941
광센서 부착위치: 4.4[m]						
1.4	2.09	0.9866	1.92	0.9806	3.55	0.861
2.4	0.99	0.9861	0.9	0.9876	1.76	0.9273
3.4	0.6	0.9917	0.55	0.9935	1.14	0.9649
4.4	0.37	0.9935	0.34	0.9956	0.72	0.9837

### 3. 효율적인 광센서 영상제시

#### 3.1 재실변화를 고려한 효율적인 광센서 영상

광센서 조광제어시스템에서 광센서가 작업면의 조도를 측정할 때 오차범위를 최대한 줄이기 위해 광센서의 포토셀이 가지는 측광범위각에 대한 특성을 고려해야 한다. 이는 광센서 포토셀마다 각각 다른 협각(Narrow)과 광각(Wide)의 측광 특성에 따라 측광범위와 감도가 달라지기 때문이다. 협각의 측광범위각을 가진 포토셀은 측정범위가 좁고 민감한 만큼 적정 조사면의 선정에 있어서 여러 가지 요인들을 고려해야 하는데, 이를 위해서 협각의 포토셀을 갖는 광센서의 형상은 좀더 크게 연동할 수 있고 세밀하게 조사될 수 있도록 디자인 되어야 한다.

반면에 광각의 포토셀을 갖는 광센서의 형상은 측

정범위가 넓고 측광값이 좀더 균질하다는 특성을 고려하여 조사 초점의 중심이 정확히 측정하고자 하는 작업면에 조사될 수 있도록 광센서 형상이 디자인 되어야 한다. 이와 같이 광센서의 협각 및 광각의 측광범위각에 따라 각각의 특징과 고려사항들이 있기 때문에 보다 정확한 작업면의 조도를 측정하기 위해서 광센서의 모든 측광범위각에 대응하여 조사조절이 가능하도록 광센서 형상에 관한 연구가 진행되어야 한다.

또한 광센서의 형상에 관한 연구에 있어서 광센서의 최적 방향성과 부착위치에 대한 고려가 병행되어야 한다. 이는 재실의 공간 환경변화에 대응하여 광센서의 조사가 어떠한 방향성 및 위치에서도 적정 작업면의 측광 포인트를 조사할 수 있도록 연동이 가능해야 한다는 것이다. 예를 들어 선행연구에서 북향으로 창문이 난 공간에 광센서가 창문으로부터 실내쪽으로 60[°]의 방향성을 갖을 때 가장 우수한 상관관계를 보여 광센서 최적의 방향성을 선정하였듯이, 다양한 재실변화에 따라 광센서 최적의 방향성이 달라질 때 초기 광센서 부착 위치의 변동 없이 작업면의 측정 포인트를 조사할 수 있도록 광센서 형상이 디자인 되어야 한다[2]. 광센서 최적의 위치에 대해서도 선행연구에서는 창문으로부터 3.3[m]와 4.4[m]를, CEC(California Energy Commission)에서는 창문으로부터 2/3 이내의 거리를 제안한 것처럼 광센서 최적의 위치가 공간의 여러 가지 환경변화에 대하여 변화할 때 최적의 측정 포인트를 측정할 수 있도록 광센서의 형상이 다각적으로 구동되고 정확한 조사가 의 표현이 가능하도록 디자인 되어야 한다[4].

광센서의 효율적인 형상을 디자인하기 위해서는 조광제어구역 설정에 대해서도 고려되어야 한다. 즉 광센서 조광제어시스템을 공간에 적용할 때 계절에 따라 주광의 유입량이 달라지기 때문에 목표조도에 맞춰 조광구역을 설정해야 하는데 파티션이나 기타 가구가 없는 빈 사무공간(7×10×2.7[m])에서는 하짓날 창문으로부터 최대 8.5[m]까지, 동짓날 최소 7.5[m]까지 제어가 가능하다[6]. 이는 계절에 따라 조광제어구역을 고려해야 하고 아울러 다양한 재실의 환경변화에 따라 조광제어구역을 변경해야 할 때 광센서 초기 부착위치의 변동 없이 간단한 보정으로 최적의 측정 포인트를 조사할 수 있도록 광센서의 형상이 디자인 되어야 한다.

### 3.2 기존 광센서 형상의 문제점

앞에서 언급하였듯이, 광센서 조광제어시스템의 신뢰성을 확보하기 위하여 광센서가 실내로 유입되는 주광의 조도를 정확히 측정하는 것이 중요한 관건이다. 보통 광센서는 천장에 설치되나 작업면의 조도변화에 따라 광센서 설치 및 위치선정이 달라질 수 있다. 일반적으로 광센서는 주광을 받는 작업면 위를 조사하거나 직접광의 측광 또는 작업면 반사 변화의 영향을 피하기 위하여 내부벽으로 조사하도록 제안하고 있다. 또한 주광의 직접적인 노출로부터 광센서를 보호하기 위해 창문 근처의 바닥에 조사하도록 제안하기도 한다. 이와 같이 작업면 조도 측정시 여러 가지 광센서의 조사위치 및 부착위치가 정확한 측정요인으로 작용하기 때문에 다양한 변화 요인들에 대한 능동적인 처리가 가능하도록 광센서 형상에 대한 고려가 필요하다.

대규모 사무소 빌딩에서는 보통 작업의 유동성을 고려하여 공간의 활용성을 최대한 살릴 수 있는 오피스 랜드스케이핑 방법을 통하여 재실의 파티션을 나누어 사용하고 있다. 이러한 요인들로 인하여 재실은 시시각각의 변화에 따라 배치가 달라지는데, 광센서 조광제어시스템의 적용 및 유지관리에 있어서 광센서가 다변적인 재실변화에 대응하여 초기 설치위치의 변화 없이 최적의 방향성과 위치에 맞게 변경된 작업면의 조도를 측정할 수 있도록 유동적인 형상으로 디자인 되어야 한다는 것이다. 즉 광센서의 측정 포인트가 되는 작업면이 시간의 경과에 따라 재실의 여건상 가구의 배치변경, 공간 분할, 표면반사, 태양광의 입사하는 방향, 작업면의 국부조명사용, 거주자의 위치변화 등의 요인으로 변경될 수 있기 때문이다.

기존의 광센서 조광제어시스템에 사용되는 광센서들은 조사방향이 고정되어 있거나 부착면을 기준으로 수직적 움직임만으로 구동하는 형태들이 대부분으로 향후 광센서의 조도 측정시 가변적인 작업면을 조사하기에 유동적이지 못하다는 문제점들을 안고 있다. 이는 유지관리상 부착위치 변경 및 재설치 등의 불가피한 작업을 초래할 수 있다. 그림 3과 4는 기존의 광센서 조광제어시스템에 사용되고 있는 광센서의 형상으로 다변적인 조사방향에 대해 대응하지 못한 형태들을 나타낸다[7].

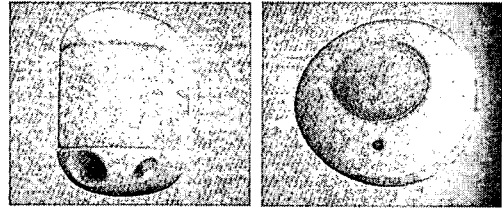


그림 3. 고정방향만 조사 가능한 광센서형상  
Fig. 3. Shape of photosensor to measure fixed sight

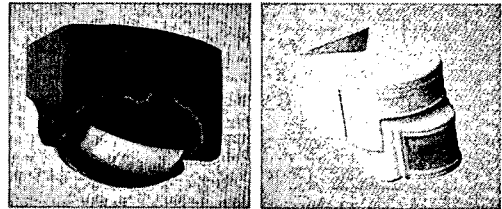


그림 4. 수직방향만 조사 가능한 광센서 형상  
Fig. 4. Shape of photosensor to measure vertical sight

### 3.3 효율적인 광센서 형상 제시

광센서 조광제어시스템은 사무소 건물에서 최대한 에너지를 절약하고 최적의 작업환경을 제공할 수 있는 인공지능 시스템이다. 이를 위해서는 시스템의 정확성이 가장 우선시 되어야 하는데 이 때, 데이터의 입력부인 광센서의 역할이 무엇보다 중요하다. 즉 광센서는 재실 작업면의 조도를 정확하게 측정해야 하며 광센서의 최적 방향성과 위치 등의 가변적 변수에 적절히 대응할 수 있어야 한다.

효율적인 광센서의 형상은 광센서의 최적 방향성 및 위치, 적용 건물의 시간적 환경변화에 대응하여 작업면의 조도 측정에 유동적인 특징을 가져야 한다. 이것은 기존에 사용되고 있는 조사각 고정식 또는 단방향의 움직임만을 가지고 있는 광센서들과 달리 부착면을 기준으로 광센서의 구체가 수평적 360[°], 수직적 90[°]로 가능한 넓은 폭으로 구동이 가능해야 하며 디자인 형태상 재실자의 시야에 방해를 주지 않아야 한다. 또한, 초기 및 보정시 탈부착이 간편하도록 디자인이 되어야 한다. 그림 5, 6, 7은 이러한 고려사항을 수용한 광센서 형상을 나타내며, 180[°]의 수직적 구동(상위 그림)과 360[°]의 수평적 구동(하위 그림)을 보여준다.

광센서 조광제어시스템의 재실변화를 고려한 광센서 영상 디자인

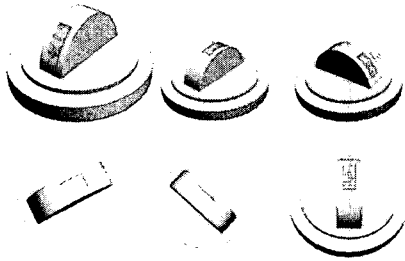


그림 5. 광센서 형상 1의 수직(위) 및 수평(아래)적 구동  
Fig. 5. Vertical(upper) and horizontal(down) movement of photosensor type 1

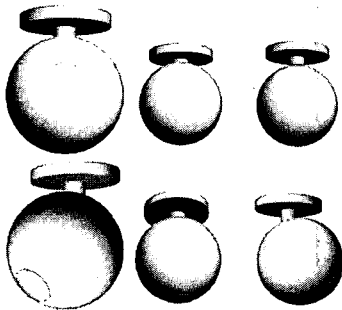


그림 6. 광센서 형상 2의 수직(상위) 및 수평(하위)적 구동  
Fig. 6. Vertical(upper) and horizontal(down) movement of photosensor type 2

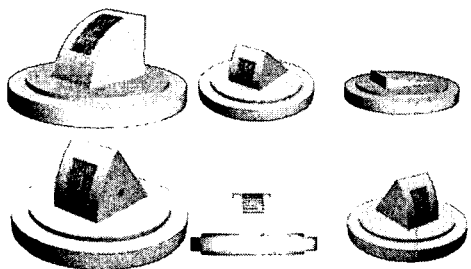


그림 7. 광센서 형상 3의 수직(상위) 및 수평(하위)적 구동  
Fig. 7. Vertical(upper) and horizontal(down) movement of photosensor type 3

광센서 조광제어시스템에 적용될 효율적인 광센서 형상은 포토셀이 해당되는 측광범위각에 맞춰 공간의 시간적 변화에 대응하여 작업면의 조도를 정확히 측정할 수 있어야 한다. 이는 유지관리상 광센서 부착위치의 차후 변경에 대한 대안일 뿐만 아니라 시스템의 정확성 향상을 위하여 광센서의 구동범위가 다 방향적인 특성을 가져야 한다. 그림 8은 상용

화 되고 있는 재실감지기와 비슷한 형태를 취해 재실자로 하여금 시야에 거스리지 않는 원형으로 이루어져 있으며, 적정 조사각도를 표시할 때 구체면이 넓어 다른 대안들보다 작업이 용이하여 시각적으로 더욱 높은 인식성을 제공할 수 있다는 장점이 있다. 또한 다른 대안들에 비해 단순한 반구의 결합으로 이루어져 있어서 제작이 용이하다는 특징이 있다. 그림 8은 다양한 요구에 적절히 대응할 수 있는 최적의 광센서 모습을 180[°]의 수직적 구동(상위 그림)과 360[°]의 수평적 구동(하위 그림)으로 나타낸 것이고, 그림 9는 이러한 디자인을 진행시키기 위해 제작한 광센서 형상의 실제 실험모형을 나타낸다.

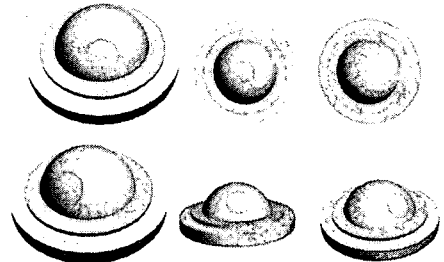


그림 8. 광센서 형상 4의 수직(상위) 및 수평(하위)적 구동  
Fig. 8. Vertical(upper) and horizontal(down) movement of photosensor type 4

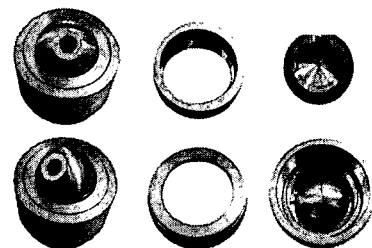


그림 9. 광센서 형상의 실험모형  
Fig. 9. Mock-up of photosensor shape

3.4 광센서 조사각 구동 및 고정방법 제시

광센서 조광제어시스템의 효율적인 운영을 위하여 여러 가지 환경적인 변수들을 고려한 광센서의 형상을 언급하였다. 포토셀의 광각 및 협각의 측광범위각과 재실변화에 대한 융통성을 모두 만족하기 위하여 그림 8과 같이 광센서의 구체가 수평적

360°, 수직적 90°의 조사범위를 갖도록 제안하였다. 이 때 보다 정확한 측광을 위하여 최적의 작업면 측정 포인트에 조사될 수 있도록 일정한 조사각에 맞춰 광센서가 구동 되어야 한다. 이를 위해서 광센서 구체에 조사각에 대한 일정한 앵글 패턴(Angle pattern)과 적정 각도에 맞춰 포토셀이 고정될 수 있도록 고정해주는 고정 장치가 필요하다.

광센서의 앵글 패턴은 그림 10과 같이 수평적, 수직적 패턴을 분리하여 제작이 간편하면서도 이용자들이 초기 및 보정시 식별이 용이하도록 구체 외부에 표시하였다. 수평적인 패턴으로는 기준점으로부터 각 0°, 90°, 180°, 270°의 각도표시와 10°마다 일정한 이미지 표시를 하도록 제안하였다. 또한 수직적인 구동을 하는 구체의 외부표면에 포토셀을 기준으로 90°와 -90°를 표시하고 10°마다 일정한 이미지 표시를 하도록 디자인 하였다. 그림 10은 광센서 구체의 표면에 숫자와 이미지를 이용하여 조사각의 패턴을 나타내는 것으로 구체의 상, 하 좌, 우면을 보여준다.

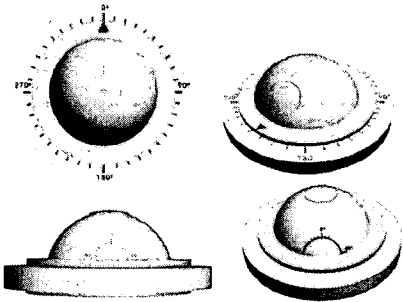


그림 10. 수평 및 수직의 조사각 패턴  
Fig. 10. Pattern of horizontal and vertical angle

광센서의 고정방법으로 수평적, 수직적 움직임을 모두 조절할 수 있어야 한다. 먼저 광센서의 수평적 구동을 위한 고정방법으로써는 판 스프링과 볼 베어링을 사용하여 360°의 회전이 수평 조사각의 10°의 패턴과 맞물려 움직일 수 있도록 제안하였다. 이것은 판 스프링이나 볼 베어링이 케이스의 수평구동 부위의 측면에 위치한 홈에 맞물려 움직이는 원리이다. 이는 판 스프링이나 볼 베어링의 탄성적인 성질을 이용하여 부재의 구동과 고정이 가능하며, 이 때 고정을 위한 수평 구동 부위에 10° 패턴에 맞게 36

개의 일정한 홈이 필요하게 된다. 그림 11과 12는 판 스프링과 볼 베어링을 이용한 모습을 나타내며, 각각 위에서 본 투시와 근접 모습을 보여준다.

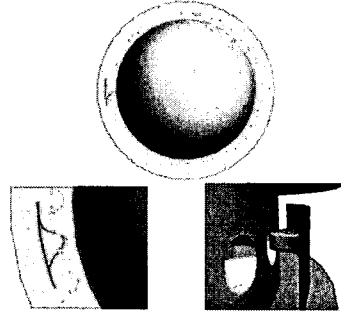


그림 11. 판 스프링을 이용한 수평적 구동 고정방법  
Fig. 11. Horizontal method of fixing with a plate

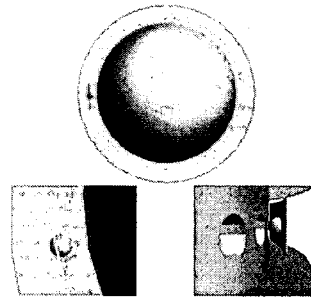


그림 12. 볼 베어링을 이용한 수평적 구동 고정방법  
Fig. 12. Horizontal method of fixing with a ball bearing

수직적 고정방법으로는 수평적 방법과 동일하게 구체가 일정 각도에 대하여 구동 및 고정이 될 수 있도록 고무 패킹(Packing)의 사용을 제안하였다. 즉 고무 패킹이 수직적 움직임을 할 수 있도록 고정된 편과 맞물려 고무의 마찰에 의하여 구형 구체의 움직임과 고정의 역할을 모두 보조한다. 이는 간단히 고무를 덧대어 고정을 하는 방법으로 제작의 용이성 및 경제성을 고려할 때 간편하면서도 고정과 움직임이라는 목적에 적절히 대응할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그림 13은 고무 패킹을 이용하여 수직적 움직임을 고정하는 대안으로 위에서 본 투시와 근접 모습을 나타낸 것이다. 그림 14는 광센서를 천장에 고정시키기 위한 방안(상위 그림)으로 기존 사례(하위 그림)를 활용하여 광센서 구체 측면의 고정쇠를

## 광센서 조광제어시스템의 깨실변화를 고려한 광센서 형상 디자인

이용, 천장의 흠에 쉽게 고정 시키도록 제안하였다. 이는 활용사례의 경우와 같이 기존의 할로겐 조명기구 등과 같이 작은 크기의 등기구를 천장에 고정시킬 때 쉽게 찾을 수 있는 방안으로 그림 14는 각 측면의 모습을 나타낸다.

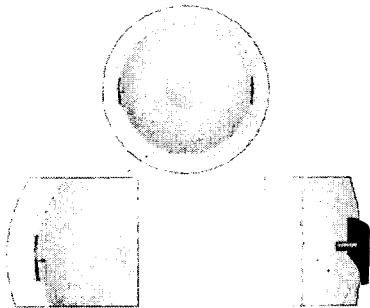


그림 13. 고무패킹을 이용한 수직적 구동 고정방법  
Fig. 13. Vertical method of fixing with a rubber

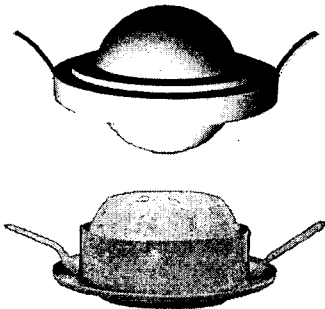


그림 14. 천장 고정을 위한 고정식 적용  
Fig. 14. Application of fixing plate on ceiling

### 4. 결 론

본 연구에서는 광센서를 이용한 조광제어시스템의 신뢰성 있는 구축을 위해 무엇보다 광센서의 정확한 측광과 여러 재질 및 환경변화에 능동적으로 대응하기 위해 효율적인 광센서 형상을 제시하였다. 즉 광센서의 최적 방향성과 위치, 포토셀의 측광범위각 및 조광구역에 따른 다양한 변화요인을 고려하여 능동적으로 광센서의 초기 부착위치의 변화 없이 변경된 작업면의 조도를 측정할 수 있도록 광센서의 효율적인 형상을 제시하였다. 광센서의 효율적인 형상으로써는 광센서 구체가 수평적 360°, 수직적

90°의 조사범위를 갖도록 제안하였으며, 각각의 움직임에 대하여 적절한 조사각 표시방법 및 고정방법에 대한 자료들을 제시하였다.

향후에는 이러한 광센서의 형상들을 적용하여 실제 시스템에서 얼마나 정확한 데이터를 처리하고 경제성을 갖는지에 대한 판별여부와 전체적인 시스템의 신뢰성을 위하여 광센서 최적의 위치에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

### References

- (1) 최안섭 외, 조명시스템의 자동화를 위한 주광센서 연동제어 시스템의 개발연구, 삼성물산(주) 기술연구소, 1998.2
- (2) 정봉근, 광센서 조광제어시스템의 조광용안정기와 광센서의 성능향상을 위한 실험적 연구, 세종대학교 대학원 석사논문, 2003.2.
- (3) 김원희 외 1명, 자동화를 위한 센서공학, 성안당, 2002.7
- (4) Specifier Report: Photosensor, NLRP(National Lighting Product Information Program), 1998.12.
- (5) 정근영, 광센서 조광제어시스템의 광센서 방향성과 위치에 관한 시뮬레이션 연구, 세종대학교 대학원 석사논문, 2003.2.
- (6) 김나영 외 1명, 광센서 조광제어시스템의 조광제어구역 결정 방법 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 제 24권 제 2호, 2004.10.
- (7) <http://www.sijiq.com>

본 연구는 에너지관리공단 2003년 에너지자원기술개발연구비에 의하여 연구되었음.  
(과제번호: 2003-E-EL01-P-04)

### ◆ 저자소개 ◆

#### 주근탁 (朱根鐸)

1978년 7월 24일생. 2004년 세종대 건축공학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.

#### 박병철 (朴炳哲)

1977년 6월 16일생. 2004년 세종대 건축공학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.

#### 최안섭 (崔安燮)

1967년 10월 4일생. 1991년 한양대 건축공학과 졸업. 1993년 The Pennsylvania State University 건축공학과 건축조명시스템 전공 졸업(석사). 1997 The Pennsylvania State University 건축공학과 건축조명시스템 전공 졸업(박사). 현재 세종대 건축공학과 교수.

#### 한경칠 (韓庚七)

1964년 5월 8일생. 1987년 단국대 전자공학과 졸업. 현재 화승전기 책임연구원.