

고효율 무전극 형광등용 등기구 개발

김진모·한미라·신연정<태양전자 조명연구소>
김 운·최안섭<강원대, 세종대>

1 서 론

같은 램프와 동일한 종류의 재질을 사용하여도 조명기구의 광학적 설계와 형태에 따라 기구 효율은 달라진다. 또한 같은 기구 효율이라도 각종 도로 상황이나 투광조명이 시행되는 장소의 요건에 적합한 배광을 갖도록 설계한다면 조명률이 높아져서 적은 수의 조명기구로도 더욱 좋은 조명효과를 얻을 수 있으며, 에너지 절감을 도모할 수 있다.

조명기구의 개발과정에서는 조명요건을 고려하여 필요한 배광을 설정하고, 광학적인 설계 방법들을 이용하여 반사판 및 아크릴 프리즘, 루버 등의 형상을 설계하며, 설계된 형상이 배광 성능을 달성할 수 있는지를 시뮬레이션을 통하여 검증한 뒤, 시제품을 만들어 성능을 파악하고 부족한 부분을 보완해나가는 광학 설계기술의 전반적 기법을 시도하여야 한다.

또한 이 과정에서 조명기구의 외관, 반사판이 내장될 수 있는 공간, 열적인 평형, 반사판의 반사특성, 반사판 성형을 위한 가공기술 등이 종합적으로 검토되어야 한다.

본 과제는 산업자원부, 에너지관리공단이 지원하는 에너지 절약 과제 중 램프의 수명 단축의 가장 큰 요인인 전극을 없앤 무전극 형광램프 전용의 조명기구를

개발하는 것이다. 과제 수행의 주관기관은 (주)태양전자로서 조명기구 개발목표를 설정하고 기구를 설계 제작하며, 위탁기관인 강원대학교와 세종대학교는 반사판 및 프리즘 등의 광학적 설계를 담당하고 있다.

이 과제를 수행함에 있어 무전극 형광등의 특성을 최대한 발휘할 수 있는 여러 응용분야에 대하여 최적의 기구효율과 배광형태를 갖도록 조명기구를 개발하는데 주안점을 두고자 한다.

2 본 론

2.1 기술 개요

형광등은 발광 효율과 수명이 백열등보다 우월하기 때문에 사람들의 광범위한 인기를 누리고 있으며 가장 주요한 실내 조명 광원 중의 하나이다. 최근 발전 가능성이 매우 크다는 평가를 받고 있는 중국 시장의 경우에도 형광등의 생산량은 백열등에 비해 끊임없이 증가하고 있으며, 그 중에서도 Compact형 형광등과 절전형 형광등의 소비는 계속하여 큰 폭의 증가세를 유지하고 있다(그림1).

무전극 형광등은 일반 형광등에 비하여 그 크기가 작아서 실내의 어느 곳에서나 다양한 용도로 사용될

수 있으며, 방전등의 수명을 좌우하는 전극이 없으므로 수명이 매우 길다. 그러나 이 램프를 사용한 조명기구의 개발 사례는 아직 국제적으로도 그다지 많지 않으며, 이에 따라 국제 시장에서 통용될 수 있는 조명시스템 개발을 위해 다양한 조명용도를 찾아내고 그에 맞는 성능을 갖춘 조명기구를 개발하는 것이 시급하다.

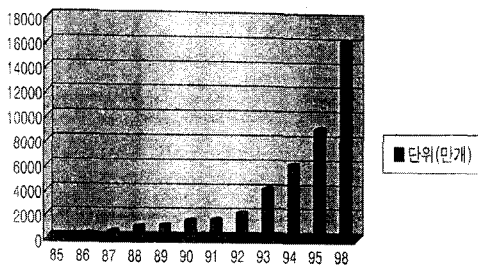


그림 1. 중국 COMPACT형 형광등의 생산증가표

국내에서는 무전극 방전 램프 시스템에 대한 연구가 최근 집중적으로 수행되고 있으며 1000(W)급 정도의 고효율 분야는 현장 적용이 가능한 정도로 발전되어 있다.

그러나 새로 개발된 램프가 실용화를 위한 조명 시스템으로 발전하기 위해서는 다양한 장소에 적합한 각각의 조명기구의 디자인, 기구설계 및 제작이 동반되어야 하며 또한 조명기구의 효율을 극대화하기 위해서는 광학설계, 조명 설계 등의 사전 기술 점검을 철저히 필요로 한다.

또한, 조명기구는, 법령이 규정하는 전기적 기계적 성능을 만족함은 물론, 광원이 내는 빛을 최대한으로 조명공간에 전달하는 기능(기구효율 향상)과 조명을 하려는 공간에 적절한 조명상황을 만들어 내는 기능(적절한 배광분포 형성)의 두 가지 광학적 요구사항을 동시에 만족시켜야 하며, 반사판에서의 반사광과 글로브 프리즘에서의 굴절광 처리에 대한 광학적 고

려를 행하지 않는다면 기구효율이 매우 떨어질 수 있고, 램프와 안정기는 효율 높은 것을 사용하더라도 조명기구가 잘못되어 에너지 절감이라는 근본 목적을 달성하지 못하게 되는 경우가 많다.

무전극 형광등은 HID 램프에 비하여 램프의 크기가 비교적 크고, 발광면의 면적이 넓어서 반사광의 재흡수를 고려하지 않고 조명기구를 제작한다면 그 효율이 매우 떨어지게 될 확률이 높으므로 반사판과 프리즘에 대한 광학적 설계를 수행하지 않으면 안된다.

2.2 기술개발의 필요성

2.2.1 기술적 측면

조명기구 제작을 위해서 가장 중요시해야 할 점은 광학 설계이다. 조명기구의 광학적 기능은 조명시스템 전체의 효율과 조명효과를 창출하는데 있어 가장 중요한 요소이다. 그러나 이러한 광학적 기능을 평가하는 어떠한 수단도 표준화되거나 규정되어있지 않아서 이 분야의 연구와 개발은 매우 미약한 수준이었다.

무전극 형광등은 발광부인 표면의 면적이 넓으므로 다른 램프에서 적용되는 반사판 설계법을 사용할 수 없으며 램프의 형상에 맞추어 새로운 설계법을 개발하여야 한다. 또한 실내·외에서 휘도가 비교적 높은 이 램프를 사용하기 위해서는 휘도 감소 및 배광 제어의 목적을 갖춘 프리즘 및 루버 설계를 수행하여야 한다.

또한 각 공간의 필요에 적합한 배광을 갖는 조명기구를 사용함으로써 비록 개별적인 조명기구의 효율이 같더라도 조명률이 상승할 수 있으며 이에 따라 전체 조명시스템의 효율이 높아지고 전반적인 조명환경이 향상될 수 있다. 적절한 광학적 설계를 통하여 기구 효율을 향상시키고, 또한 적절한 배광을 갖도록 하여 필요한 조명기구의 수를 줄임으로서 큰 에너지 절감이 가능하도록 연구를 수행해야만 한다.

2.2.2 경제적 측면

조명기구의 2000년도 세계시장 규모는 약 400억 불 정도로 국내 수출입 현황은 2000년도 1월부터 6월말 기준으로 수출액은 1,510억원이며 수입액은 1,530억원이다(에너지 절약 정책에 부합하는 조명기술개발을 위한 전략 수립 최종 보고서, 산업자원부). 이는 1998년도의 동기간 액수와 비교할 때 수출액 12% 증가, 수입액 32% 증가를 나타내고 있다.

향후 조명기구의 국내 시장에서 국내 제품은 저가의 중국제품과 독창적 기술력을 바탕으로 한 외국의 PHILIPS, GE, OSRAM, 도시바 등의 다국적 기업들과의 힘겨운 경쟁이 불가피하다. 그러므로 기술적 토대를 바탕으로 한 신광원, 특히 무전극 형광등기구 개발은 국내외 조명산업에 큰 변화를 가져다 줄 수 있으며 국제 경쟁력 강화와 에너지 효율 개선, 국내 조명업계 체질 개선 등 여러 가지 효과를 발생시킬 것이다.

개발 기간동안에 적절한 수준으로 조명기구의 품질 향상과 신제품 개발을 이루기 위해서는, 개발대상이 되는 많은 종류의 조명기구 중에서 개발 품목을 명확히 정하고, 기술개발이 이루어져야 한다.

무전극 형광등용 조명기구는 신제품이므로 그 에너지 절약 효과를 정확히 추산하기 어렵다. 이 제품은 기존 HID 조명기구나 형광등 기구를 대체할 것이며 램프 효율의 향상과 더불어 조명기구의 효율 향상, 수명의 증가에 기인한 에너지 절감 효과를 기대할 수 있다.

2.3 관련 기술의 국내·외 현황

2.3.1 국내의 경우

국내에서 고효율 무전극 형광등 시스템 개발과 관련된 기술은 거의 없는 실정이다. 국내 LG전자, 한국전력연구소, 태원전기 등 몇 업체 및 연구소에서는 1,000(W)급 광원과 전원장치에 연구를 진행해 왔으며 상용화 단계에 있으나 저출력 형광등 시스템 개발

에는 경험이 없다.

그리고, 강원대학교 연구진에 의해서 형광등기구의 광학적 성능을 달성하기 위한 광학설계기술이 연구되었으며, 이 기술에 의해 개발된 형광등기구용 반사판은 기존의 반사판에 비하여 효율이 10% 이상 상승하였고, 정확한 배광이 달성됨으로서 조명률이 상승하였고 전반적인 조명시스템의 효율은 15%까지 상승하였다.

개발용 소프트웨어로서 외국에서 개발된 배광 예측 프로그램들이 몇 가지 국내에서 판매되고 있으나, 이 프로그램들은 원하는 배광을 내는 반사판 형태를 설계해주는 기능은 갖고 있지 않으며, 설계되어 있는 반사판의 배광 및 효율을 예측해주는 기능만을 가지고 있다.

따라서, 형상 설계의 경험이 없는 국내 개발자들이 배광예측 프로그램을 구입하더라도 이를 잘 이용하기 위해서는 형상설계 기법에 대한 별도의 훈련을 받지 않으면 안된다. 따라서 프로그램의 사용법과 광학설계의 기법, 조명의 기본지식을 국내의 관련 기술자들에게 전달, 교육하는 프로그램이 요구되고 있다.

2.3.2 국외의 경우

국외의 경우, 무전극 형광등용 조명기구 개발에 관련하여 많은 연구가 진행되었고 제품들도 생산되고 있다. 그림2는 Osram사에서 개발한 150(W)급 무전극 형광등(Endura)을 이용하여 디자인된 등기구의 사례이다(Disano 제품).

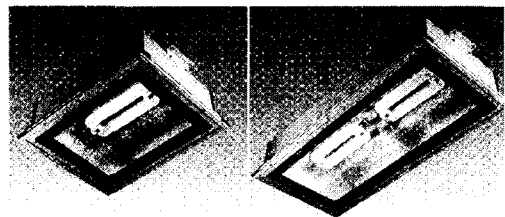


그림 2. 무전극 형광등기구의 디자인 예

설계의 면에서 보면, reflector의 형상은 기본 형상과 일반 형상의 두 종류로 크게 구분된다. 기본 형상은 수학적으로 그 동작을 예측할 수 있고, 설계할 수 있는 형상을 말하며, 대개 원뿔을 각 방향에서 잘랐을 때 나타나는 각종 원뿔곡선을 대칭축에 대하여 회전시켜 얻을 수 있는 원뿔곡면들이다.

일반 형상은 여러 가지 배광곡선 특성을 만족시키면서 기본형상과 일치하지 않는 것을 말한다. 일반형상의 반사경을 개발하는 경우에는, 많은 경험이 있는 기술자가 목표하는 특성(배광 등)을 얻기 위해 실험 제작을 반복하여 행한다. 이 방법은 만족스러운 결과를 얻기 위해 많은 시간과 비용이 필요하다. 또한, 설계치수나 사양 등의 변경에 용이하게 대응하기가 어렵다.

각국의 조명학회는 일반 형상의 반사판을 설계하는 기본 기법을 제시하고 있으나, 이는 근본적으로 광원을 하나의 점으로 치환하여 설계하는 것으로서 반사광이 광원으로 재진입하는 것을 막을 수 있는 방법이 없다.

이러한 문제를 피하기 위하여 반사판을 세 부분 이상으로 나누어 각 부분의 형태를 포물형, 수퍼 파라볼릭형 등으로 나누어 설계하고, 반사광이 램프에 다시 흡수되는 것을 막는 방법 등이 제안되고 있다. 또한 축비대칭형의 배광에 대하여는 2차원적인 해결방법을 축에 대하여 회전시켜 나가는 방법을 취하고 있다.

무전극램프를 사용하는 조명기구는 램프의 장수명 특성을 살리기 위해 램프의 교체가 어려운 높은 곳에 주로 설치되고 있다. 조명기구가 높은 곳에 설치된다는 것은 대부분 조명기구의 넓은 배광을 필요로 하기 때문에, 반사 메커니즘에 의한 반사판 디자인만으로는 한계를 갖게 된다. 그래서 넓은 배광을 갖는 조명기구를 만들기 위해서는 굴절 메커니즘에 의한 프리즘의 사용이 필수적이라 하겠다. 다양한 각도, 형상, 굴절률을 가진 프리즘의 사용으로 조명기구의 배광을

조절할 수 있는 것이다.

적절한 프리즘의 광학적 설계는 빛의 움직임을 시뮬레이션 할 수 있는 수치모델의 개발을 통해 가능하다. 광원으로부터 발생된 광자의 움직임을 추적하여, 배광을 예측해 볼 수 있다. 또한, 이러한 수치모델에 최적화 이론을 접목하여, 원하는 배광을 만족하는 프리즘의 설계가 가능하다. 구체적인 수치모델의 개발은 다음과 같은 단계로 나누어 볼 수 있다.

1) 광자의 발생

광자의 발생과 초기 진행방향은 몬테카를로 방법에 의한 난수발생을 통해 결정된다. 몬테카를로 방법은 통계학적 확률이론과 난수를 기본으로 하는 통계적 기술이다. 광원의 기하학적 형상면 위에서 광자의 발생위치와 방사방향, 그리고 프리즘으로의 입사각을 결정하는데 사용될 수 있다.

2) 광자의 진행

구체적인 광자의 진행경로는 광선추적기법을 이용할 수 있다. 광선추적기법이란 광자의 움직임에 따른 진행방향과 크기를 벡터화하여 기하학적으로 입장의 운동경로를 계산하는 방법이다. 광자의 반사, 투과, 흡수, 굴절 등의 복잡한 광학적 움직임을 광자가 진행하는 방향과 크기로 벡터화 시킨 후 각 광자의 진행경로를 계산한다.

3) 배광의 결정

벡터화된 각 광자들의 최종 방향을 global 각도로 표시하여 각 수직, 수평 방향에서의 광자 개수를 카운트 한다. 그리고 광자의 최대숫자에 의한 각 수직, 수평방향에서의 표준화를 통해 상대적인 배광형태를 예측하는 것이다.

4) 최적화 이론적용

조명기구의 배광에 영향을 미치는 여러 다양한 변

수들의 변화를 통해 원하는 배광을 얻고자 하는 것이다. 일반적으로 공학연구에 사용되는 최적화 이론을 선택하여 적용함으로써, 원하는 배광을 만족하는 프리즘의 형상과 변수를 결정할 수 있다.

2.4 개발 기술의 취약점 및 해결방안

개발 기술의 취약점은 국내에서 처음으로 개발이 시도되는 신기술이기 때문에 정확한 평가 기준이 없다는 것이다. 또 조명기구 사용 시 기구 내부에서 발생하는 고열을 처리할 수 있는 방법이 함께 연구되어야 하는데, 이는 기구의 디자인적인 측면과 함께 고려해 볼 때 어려운 기술이 요구된다.

일반적으로 형광등기구용 고조도 반사갓은 현재 형광등기구에 사용되는 반사율 90% 이상의 제품을 일컫고 있으나, 이들 제품은 해외에서도 몇 가지 특수한 용도 외에는 그다지 사용되지 않고 있다. 이는 90% 이상의 반사율을 갖기 위해서는 매우 많은 공정이 요구되고 반사판의 가격이 대단히 비싸져서 이를 사용함으로써 얻는 이득에 비해 그다지 경제성이 없는 것으로 판단하고 있기 때문이다.

또한 형광등기구에 사용되는 고조도 반사갓은 대개 평판형이므로 이를 복잡한 형상으로 가공하기 어렵고 열적으로도 취약하다.

예를 들어, 현재 사용되고 있는 HID 조명기구용 반사판은 그 형상 가공의 용이성을 위하여 알루미늄을 프레스 성형하여 사용하고 있으며, 한 제품을 개발하기 위해서는 조명기구의 외관과 동시에 개발이 진행되어야 하므로 매우 개발비가 많이 들고 개발 기간이 오래 소요된다.

그리고 조명기구에는 가로등기구, 터널등기구, 고천장용 반사갓, 투광기, 보안등, 다운라이트 등 매우 많은 종류가 있으며, 각 조명기구의 용도에 따라서 기구 전체의 형상과 제조 기법이 다르고, 이에 따라 반

사판 재질이 하나 개발되더라도 이를 사용하는 조명기구를 개발하기 위해서는 기구마다 개발과정이 매번 과정이 되풀이되어야 한다는 문제가 있다.

이와 같은 문제들 때문에 무전극 형광등 전용 조명기구의 광학설계는 가장 많이 사용되는 조명기구의 종류와 사양을 먼저 결정하고, 이를 목표로 하여 관련되는 기술들에 대한 개발이 동시에 진행되어야 한다.

2.5 기술 개발목표 및 연구수행 방법

본 연구의 최종 목표는 기구 효율 80% 이상의 무전극 형광등 전용 100[W]급 옥내용, 옥외용 조명기구를 개발하는 것이다.

최종 목표 수행을 위해서 총 2개년도(2002년 12월~2004년 12월)에 걸쳐 아래와 같은 세부기술 개발이 이루어질 것이다.

- ① 무전극 형광등용 반사판 설계기술 : 기구 효율 80% 이상을 유지할 수 있는 3차원 반사판 설계 기술 개발
- ② 루버 및 프리즘 설계기술 : 광학효율 5% 이상 향상시키는 루버 및 아크릴 프리즘 설계기술 개발
- ③ 배광설계를 위한 시뮬레이션 기술 : 반사판, 프리즘 광학 시뮬레이션 기술
- ④ 100[W]급 광학시스템 개발 : 기구 효율 80% 이상
- ⑤ 반사판 표면 연마 공정 : 알루미늄 반사판 반사율 향상을 위한 공정 개발
- ⑥ 100[W]급 무전극 형광등용 옥내·외용 조명기구 외형 설계 및 제작 : 최적의 빔각 특성 및 조명 손실을 최소화할 수 있는 등기구 외형 개발

먼저 1차년도에서는 선진국 제품의 광원 및 등기구의 배광, 외형 분석 등이 이루어지고, 기구 형태에 따른 부속장치 개발, 반사판의 표면 처리 기법, 광학설계 기반 기술 개발이 이루어질 것이다. 국내에서는 아

직까지 기술 개발이 이루어지지 않은 만큼 선진국의 해외 기술 자료들을 광범위하게 수집하여 기술 분석을 해나가는 것이 시급한 과제이다. 이후에는 기구 전체 효율을 보다 높이기 위하여 반사판의 광학 설계가 이루어지고, 표면처리기법에 대한 기술 개발도 동시에 이루어진다.

기본적으로 현재의 HID램프용 등기구나 무전극 방전등용 반사갓은 순 Al 또는 Al-Mg을 아노다이징 처리하여 사용하고 있으며, 이러한 기술은 매우 고전적인 기술이다. 따라서 반사갓의 개발을 위해서는 제조공정라인의 개량을 통한 cost-down이 가장 중요한 전략이라고 판단된다.

또 램프는 용도에 따라 요구되는 배광분포 특성이 다르므로 최적의 반사판 형상 설계가 중요하며 일체형의 곡면체적 구조가 요구된다. 저가 경량이면서 deep drawing 및 spinning 성형성을 만족하는 기저판 재료 특성 또한 중요하다.

일체형으로서의 형상작성성과 표면을 고반사율의 경면상태로 만들기 위해서는 미세조도화용 하도코팅(levelling), 고반사용 금속증착, 보호용 상도코팅 공정이 가장 경제적인 방법으로 선진국에서도 최근 시도되고 있는 신기술이다. 하도코팅재료는 기저재료와의 접착성과 levelling 도막성, 투명성, 내후성 등이 중요하며 상하도 코팅소재 공히 내열성이 요구된다. 상도코팅재료로는 아크릴, 실리콘 레진, 실란 졸 등이 활용가능하며 분사 코팅 또는 Dip 코팅의 작업성을 만족시키기 위한 재료의 복합처방은 대단히 중요한 핵심요소 기술이다.

고온에서 장기신뢰성이 우수한 광반사재료가 개발되면 자외선(살균, 광분해) 및 적외선(가열, 조리, 코팅, 집열) 램프의 반사갓 외에 건축/예술용 소재로도 활용 가능하다. 고휘도 고조도 반사갓은 제품의 가격에 비해 에너지 절감효과가 지대하여 전력에너지 절약정책에 부응하고 미래 온실가스 배출규제에 효과적으로 대응할 수 있는 중요 기술이다.

이와 병행하여 기구 디자인 작업이 진행된다. 조명 기구의 디자인은 실용성이 가장 중요시되어 왔으며, 최근에는 실용성과 현대적인 감각의 미를 두루 갖춘 고품격의 디자인이 선호되는 경향이 있으므로 이에 따라 세밀한 디자인 작업 계획이 필요하다.

기본적인 기구 디자인 프로세스는 아래 (그림3)과 같다.

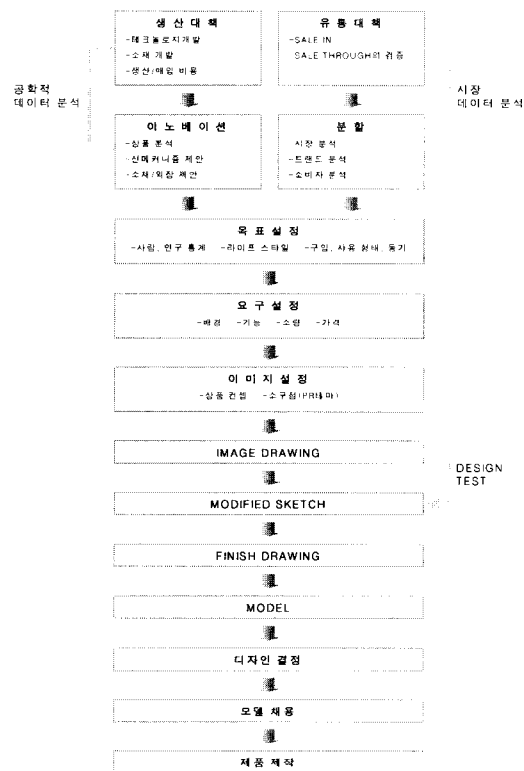


그림 3. 기구 디자인 프로세스

디자인 프로세스에서도 나타나듯이 기구 디자인에 있어서 이미지의 문제는 점차 그 중요성을 더해가고 있다. 조형의 목표는 표현하려는 이미지를 전달하려는 것이며, 시각적인 세계에 있어서 그 이미지는 색채, 형태, 재료, 공간 등을 통해서 구체적으로 표출된다. 색채뿐 아니라 형태나 공간, 재료들도 각각의 특성에 따라 독특한 이미지를 지니므로 각 디자인 요소

들이 서로 공통된 이미지를 지녔을 때 그 전달 효과는 상승하나, 그렇지 못하면 이미지는 약화된다.

여기에서, 이미지란 오브제와는 반대되는 개념으로 생각할 수 있다. 오브제는 객체로서 그것을 인식하는 우리의 반대편에 존재하는 것이지만, 이미지는 우리의 내부에 그려진 심상이다. 즉, 오브제는 실제 공간에 존재하는 것인 반면에 이미지는 마음속에 그려지는 것이다. 디자이너는 자신이 표현하려고 하는 마음속의 심상을 어떤 오브제를 통해 다른 사람의 심상으로 옮겨주는 작업자라고도 볼 수 있다. 따라서 이미지는 매우 중요한 감각적 요소이면서도 명확하거나 구체적인 것은 아니며, 다양한 이미지에 대한 체계는 지식보다는 경험을 통해 습득되는 특성을 지닌다.

기구의 디자인과 함께 색채의 선택도 매우 중요하다. 개인적인 감성은 각기 달라도 한 문화권 내에서 함께 생활해온 사람들에게 통용되는 색채의 의미가 존재하게 되고 공유할 수 있는 색채 이미지가 형성되는 것이다. 또한 여러 문화권에서 공통적으로 느끼게 되는 색상의 이미지들도 존재하는데 그것은 색 파장이 지닌 본질적인 특성이나 가장 쉽게 발견되는 자연 현상 등에서 기인하는 경우를 흔히 볼 수 있다.

(그림4)는 Ostwald의 색채표로서 색채에 있어서는 색상과 톤에 따라 그리고 배색효과에 따라 강렬하거나 온화한, 수수하거나 화려한 등의 다양한 이미지를 지니게 됨을 보여준다.

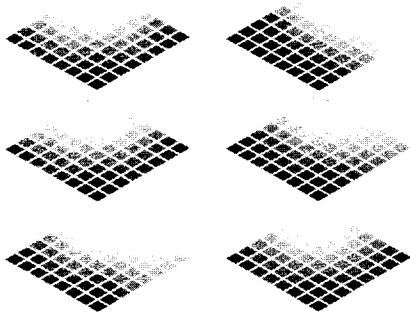


그림 4. 오스트발트(Ostwald)의 색채표

따라서 색채는 이러한 연상과정을 통해 마음 속에 그려지는 독특한 이미지를 갖게 되며 다양한 감흥을 불러일으킬 수 있다. 색채가 지닌 색상, 명도, 채도의 특성에 따라 그려지는 이러한 감정적인 반응은 매우 미묘한 차이를 나타내며 자극적인, 고요한, 부드러운, 명랑한, 강한, 우울한 등의 이미지로 다양하게 나타난다(그림5).

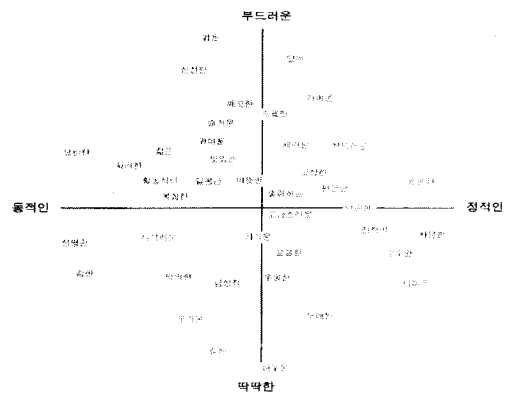


그림 5. 한국인의 색채감정 척도. IRI색채연구소

이렇게 기구의 이미지, 조형, 색채 등 다양한 요소들을 종합하여 최종적인 기구의 디자인을 완성한다. 이러한 다각적인 접근으로 이루어진 디자인은 생활 속에서 기능성뿐 아니라 심미성까지 충분히 보여줄 수 있다. 아래 그림들(그림6, 7, 8)은 반사판의 광학 설계 단계를 거쳐 다각적인 디자인이 다양하게 적용된 사례들이다.

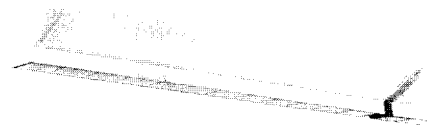


그림 6. 형광등용 등기구 디자인의 예1 (직관형)



그림 7. 형광등용 등기구 디자인의 예2 (직관형)



그림 8. 형광등용 등기구 디자인의 예 3 (전구형)

이들은 각자의 기능을 충실히 수행하며 동시에 보는 이로 하여금 흥미와 감성을 이끌어낼 수 있는 독특한 디자인을 가지고 있다.

3. 향후 계획

앞서 서술한 바와 같이 계속적으로 연구가 진행될 것이며, 과제수행의 결과 개발된 조명기구에 대해서는 다음과 같은 효과가 기대된다.

① 설계능력 및 조명기구 품질의 향상

광학설계 과정을 표준화하고, 가능한 많은 설계 옵션과 자료를 제공하며 이 방법을 적절한 과정을 통하여 보급함으로써 각 업체들의 설계 능력을 동시에 향상시킬 수 있고 전체 제품의 품질향상도 도모할 수 있다.

② 형상설계 간편화

원하는 배광을 달성하는 반사판 및 프리즘의 형태를 결정한 다음 배광예측 프로그램을 사용하여 배광을 확인하고 그 결과에 따라 형태를 수정해나가는 과정을 제안하여 시행착오와 개발 비용을 줄인다.

③ 조명기구의 부가가치 향상 및 다양화

적합한 배광을 결정하고, 반사판의 위치 변경과 각도 변경에 따라 간단히 배광을 변경시킬 수 있는 조명기구를 개발함으로써 제품의 부가가치를 높이는 것은 물론, 조명시스템의 효율과 조명효과를 상승시킬 수 있다.

④ 에너지 절감

조명기구 자체의 효율이 상승함과 동시에 최적의 배광을 갖도록 함으로서 조명률이 상승할 것이며 대략 15 ~ 20% 정도의 효율 향상을 기대할 수 있어 이전보다 적은 수의 조명기구로 같은 수준의 조명을 제공할 수 있게 되므로 에너지 절감이 이룩된다. 따라서 조명기구를 설치하는 폴의 개수가 감소하고, 조명기구 하중이 감소하므로 건축비가 절약된다.

본 사업의 결과물인 무전극 형광등용 등기구는 에너지 절감에 크게 기여할 것이며, 제품화 즉시 현장 적용이 가능하다. 또, 요소 기술인 설계기법과 제작공법은 다른 조명분야로 활발히 이전되어 그 기술의 활용 폭은 광범위할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 박영순, 이현주, "색채와 디자인", 교문사, 1998.
- [2] Larkin, Eugene, "Design : The Search For Unity", Dubuque, Iowa : WM. C. Brown Publishers, 1985.

- [3] Reed, Herbert, "Art and Industry",
Bloomington : Indiana University Press,
1961.
- [4] Wong, Wucius, "Principles of Three-Dimensional Design", New York, Van Nostrand Reinhold, 1977.
- [5] 임영웅(편저), "현대 디자인론", 학문사, 1986.
- [6] William Charles Libby(저), 이양자(역), "색채와 구성적 감각", 미진사, 1984.
- [7] QL Induction Lighting, Philips Lighting Ltd., brochure, 1991.
- [8] D.O Wharmby "Electrodeless Lamps", "Electrodeless lamps for lighting: a review".
- [9] 통상산업부, "조명기기산업의 발전방향과 전략연구", 1997.
- [10] 한국조명기술연구소, "조명신기술 Workshop", 2000.
- [11] R. B. Piejak, V. A Godyak and B. M. Alexandrovich, "A Simple Analysis of an Inductive RF Discharge", Plasma Sources Sci. Technol., Vol. 1, pp.179~186, 1992.
- [12] 여인선, "무전극 방전의 원리와 방전등에의 응용", 한국조명·전기설비학회지 Vol. 06, No3, pp176~182, 1992.
- [13] Daizaburo Okita(저), 박대순(역), "산업디자인 (프로덕트 디자인 연구)", 도서출판 국제, 1995.

◇ 저 자 소 개 ◇



김진모(金軫謨)

1968년 5월 25일생. (주)태양전자 조명연구소 소장. "300W급 무전극 방전등용 고효율 투광기 개발" (정보통신부), "HID램프용 고조도 반사갓 개발" (에너지관리공단), "에너지절약형 고효율 터널등기구 개발" (중소기업청) 등 다수 과제 수행(중). 동아대학교 무역학과 졸업.



한미라(韓美羅)

1968년 2월 18일생. (주)태양전자 조명연구소 디자인팀장. 한양대학교 환경대학원 석사 (도시 및 지역경제 전공). 호서대학교, 동양공업전문대 출강.



신현정(辛賢貞)

1974년 8월 13일생. (주)태양전자 조명연구소 연구원. 경희대학교 대학원 건축공학과 석사 (건축환경계획 전공).



김훈(金燾)

1958년 8월 6일생. 1981년 서울대 공대 전기공학과 졸. 1983년 2월 서울대 공대 전기공학과 졸(석사). 1988년 서울대 공대 전기공학과 졸(박사). 1993년 호주 국립대학 방문 교수. 현재 강원대공대 전기전자 정보통신공학부 교수. 본 학회 총무이사.



최안섭(崔安燮)

1967년 10월 4일생. 1991년 한양대학교 건축공학과 졸(학사). 1993년 미국 펜실베이니아 주립대학교 건축공학과 대학원 졸 (석사-조명시스템 전공). 1997년 미국 펜실베이니아 주립대학교 건축공학과 대학원 졸(박사-조명시스템 전공). 1997~2000년 TA성 건설기술연구소 선임연구원. 2000~현재 세종대학교 건축공학과 조교수. 본 학회 총무이사.