

# 05

## 레이저

**학습 목표** 레이저의 특징과 빛이 증폭되는 원리를 알고, 레이저가 디지털 광통신 등 여러 영역에서 활용됨을 설명할 수 있다.

별자리 관측에 사용하는 레이저 별 지시기는 시청각 설명회 때 사용하는 빨간색 레이저 지시기와 어떤 점이 다를까?



### 유도 방출

원자가 가장 낮은 에너지를 가진 상태를 바닥상태라고 하고, 바닥상태의 에너지보다 더 높은 에너지를 가진 상태를 들뜬상태라고 한다. 들뜬상태에 있는 원자는 짧은 시간이 지나면 저절로 바닥상태로 변하면서 들뜬상태와 바닥상태의 에너지 차에 해당하는 에너지를 갖는 광자를 방출한다. 이 과정을 **자발 방출**이라고 한다. 자발 방출에 의해 발생한 빛은 보통의 전구에서 나오는 빛처럼 진행 방향과 위상이 서로 다르다.

레이저 빛은 전구의 빛과 달리 방출되는 빛들 사이의 진동수, 방향, 위상이 모두 같다. 이러한 특성을 **결맞음**이라고 한다. **레이저(laser)**는 ‘유도 방출에 의한 빛 증폭’을 뜻하는 영문 단어들의 머리글자를 따서 만든 말이다. 레이저의 핵심 원리인 유도 방출이라는 개념은 1917년에 아인슈타인이 처음 제안했다.

\* 레이저(laser)  
light  
amplification by  
stimulated  
emission of  
radiation

그림 II-36과 같이 원자가 들뜬상태  $E_2$ 에 있을 때  $E_2$ 와  $E_1$ 의 에너지 차에 해당하는 에너지  $hf$ 를 갖는 입사 광자는 원자를 자극하여 바닥상태로 변하게 하고, 에너지가  $hf$ 인 또 하나의 광자를 방출하도록 유도한다. 이 과정을 **유도 방출**이라고 한다. 유도 방출 된 광자는 입사 광자와 빛의 에너지, 파장, 위상, 진행 방향이 모두 같다.

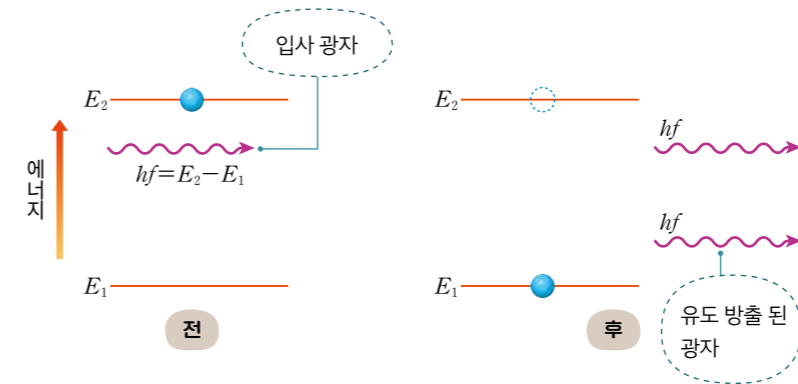
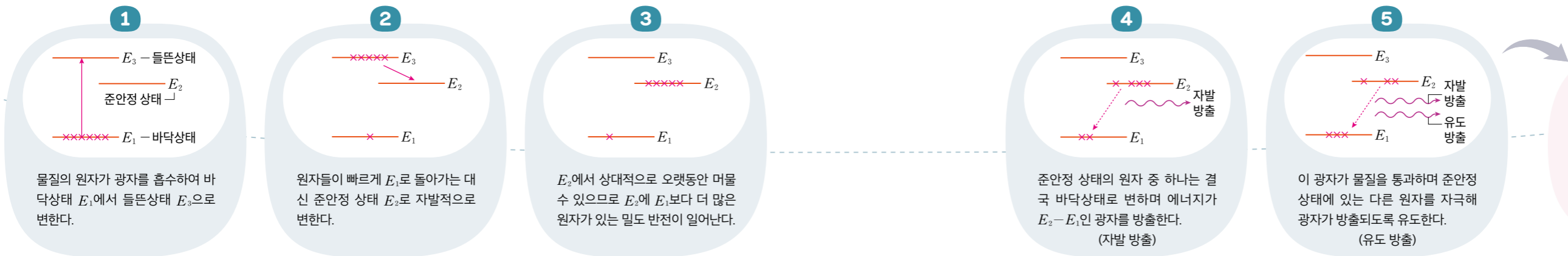


그림 II-36 에너지  $hf$ 인 입사 광자 1 개에 의한 광자 1 개의 유도 방출

### 레이저 광선

유도 방출이 효과적으로 일어나기 위해서는 바닥상태보다 들뜬상태에 더 많은 원자가 있도록 만들어야 한다. 이를 **밀도 반전**이라고 한다. 보통의 경우 자발 방출이 일어나기 전에 원자는 약  $10^{-8}$  초 동안 들뜬상태에 머문다. 그런데 일부 원자는 **준안정 상태**라고 하는 들뜬상태로 들어가서 훨씬 더 긴 시간인  $10^{-3}$  초 동안 머물 수 있다. 원자를 바닥상태에서 들뜬상태를 거쳐 준안정 상태로 빠르게 끌어올리는 것을 **광펌핑**이라고 한다. 광펌핑으로 밀도 반전을 만들면 그림 II-37과 같은 연쇄적인 유도 방출이 일어나게 해 레이저 광선을 만들 수 있다.



2 개의 위상이 같은 광자가 물질을 통과하며 다른 준안정 상태의 원자들을 자극하여 총 4 개의 광자 방출을 유도한다. 이 과정이 계속되면 새로운 광자의 연쇄 유도 방출에 의해 증폭된 빛, 레이저 광선이 만들어진다.

그림 II-38은 레이저 발생 장치의 구조를 간단히 나타낸 것이다. 레이저 발생 장치의 양쪽 끝에는 두 개의 거울이 설치되어 있고 거울 사이에 활성 매질이 들어 있다. 두 거울 중 하나는 부분 반사 거울로 빛의 일부분만 반사하므로 광자가 거의 일정한 비율로 외부로 빠져나갈 수 있다. 다음 ①~④의 과정을 통해 빛이 거울 사이를 왕복하며 광자 수가 증폭되어 레이저 광선이 된다.

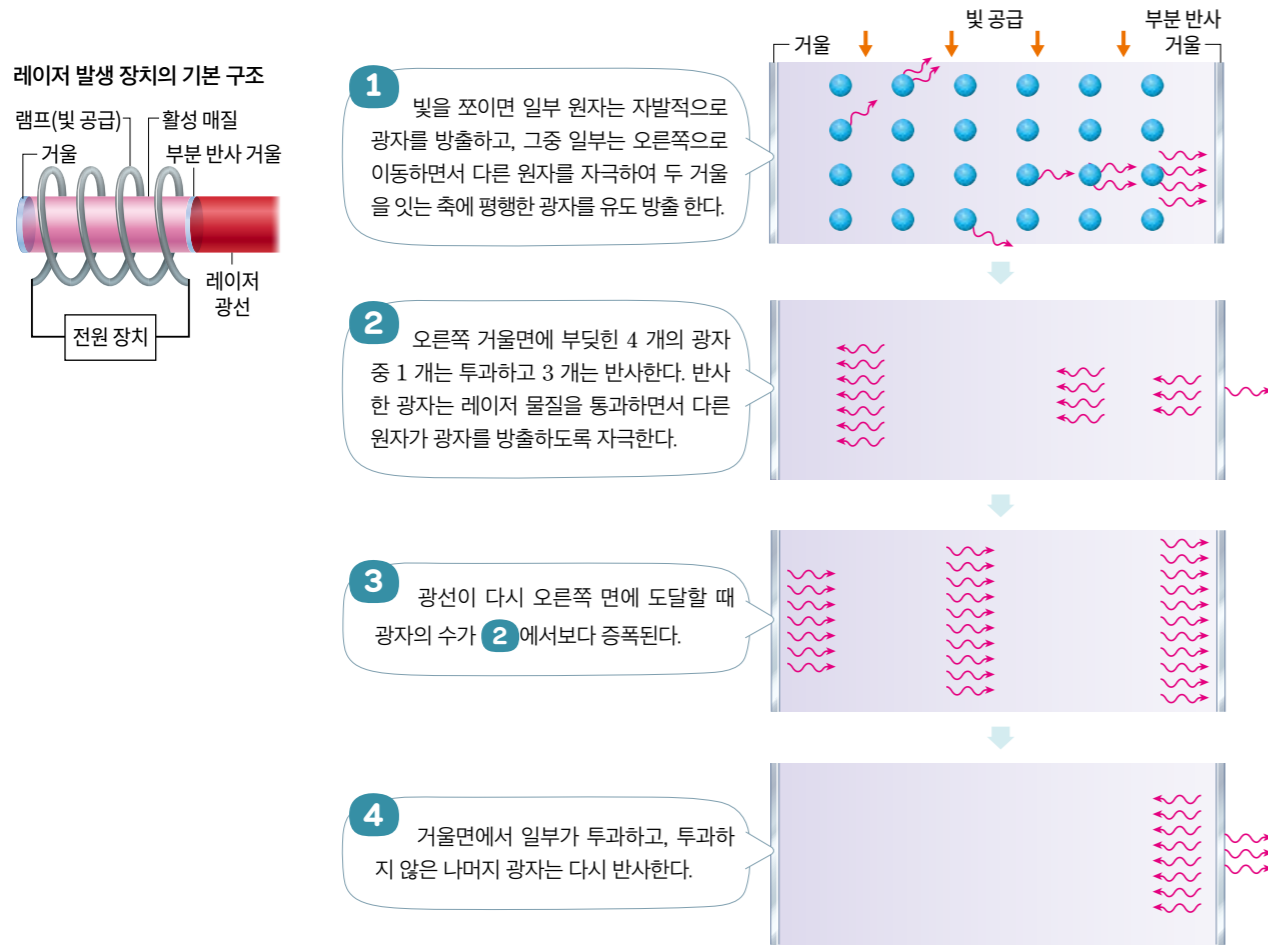


그림 II-38 레이저 발생 장치

레이저 광선은 광자들의 진동수가 같으므로 단색광이고 광자들의 위상이 모두 같다. 또 광자들이 모두 같은 방향으로 이동하므로 레이저 광선은 강하고 평행하다.

**스스로 확인**

- 1 들뜬상태의 원자가 입사된 광자에 자극을 받아 입사 광자와 같은 특성을 가진 빛을 방출하면서 바닥상태로 변하는 과정을 ( )이라고 한다.
- 2 레이저 광선은 광자들의 진동수와 위상이 다른 빛이므로 강하고 평행하다. (○, ×)

**레이저의 활용**

레이저는 일상생활에서 다양하게 이용되고 있다. 다음 활동을 하면서 레이저가 여러 분야에서 어떻게 활용되는지 알아보자.

**해보기** 레이저의 활용 사례 조사하기

탐구 능력

1. 모둠별로 통신, 산업, 의료 세 분야 중에 하나를 선택해 레이저를 활용하는 사례를 조사한다. 이때 선택한 주제에 대해 최신 기술 동향, 장점과 한계 등을 포함해 다양한 측면에서 조사한다.
  2. 조사한 내용을 발표 자료로 만들어 발표한다.
- 다른 모둠의 발표 내용 중 가장 인상적이었던 것은 무엇인지 이야기해 보자.

- 준비물
- 스마트 기기

광통신은 정보를 레이저에 담아 광섬유를 통해 전달하는 통신 방식이다. 그림 II-39는 레이저를 이용한 광통신을 나타낸 것이다. 레이저는 직진성이 강하므로 광섬유 여러 가닥을 묶어서 만든 광케이블을 이용하면 많은 양의 데이터를 멀리까지 빠르게 보낼 수 있다.

이러한 광통신 기술은 초고속 인터넷 통신망을 구현해 지구 반대편의 사람들이 얼굴을 맞대고 대화할 수 있게 했고, 고화질 영상을 끊김 없이 볼 수 있게 하는 등 우리 생활을 크게 변모시켰다. 또 초정밀 영상 전송 기술이 발전하여 원격 의료 수술이 가능하게 되면 이는 먼 곳에서 발생한 자연재해와 같은 상황에서 유용하게 쓰일 것으로 기대된다.

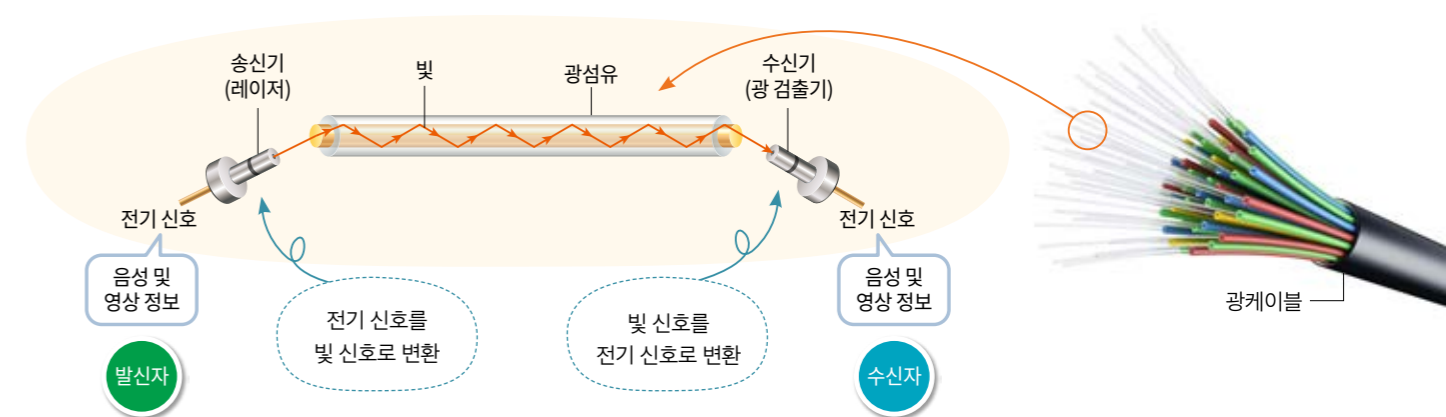


그림 II-39 레이저 광통신

그림 II-40과 같이 상품 판매, 재고 관리 등에 사용되는 바코드 판독기는 반사된 레이저를 감지하여 바코드의 정보를 해독하는 기기로서, 공간의 아주 작은 한 지점으로 빛을 모을 수 있는 레이저의 특성을 이용한다. 판독기가 바코드를 읽을 때 보이는 가늘고 붉은 빛은 점 형태의 레이저 빛이 빠른 속도로 움직여 우리 눈에 붉은 선처럼 보이는 것으로, 이 빛 점의 크기가 바코드의 검은 선 간격보다 작아야 바코드의 정보를 제대로 읽을 수 있다. 바코드 판독기 안의 광 검출기는 빛 신호에 담긴 상품 정보를 전기 신호로 바꿔 준다.



그림 II-40 레이저를 이용한 바코드 판독기

**\*라이더(LIDAR)**  
Light Detection and Ranging(빛 탐지 및 범위 측정)의 준말로 레이저 펄스를 이용해 주변을 탐색하는 장치이다.

레이저의 또 다른 중요 활용 분야는 <sup>\*</sup>라이더(LIDAR) 기술이다. 라이더는 전파 탐지기인 레이더(radar)와 유사한 장치로서 전파 펄스 대신 레이저 펄스를 사용해 물체까지의 거리를 측정한다. 라이더는 발사한 레이저 펄스가 돌아오는 시간의 차이와 펄스 및 파장의 변화를 이용하여 물체의 삼차원 이미지를 만든다. 자율주행에 사용되는 라이더는 그림 II-41과 같이 레이저를 이용해 주변 환경을 탐색하고 거리 정보를 측정하여 주행 경로를 계획하고 장애물을 피하는 데 필요한 데이터를 제공한다.

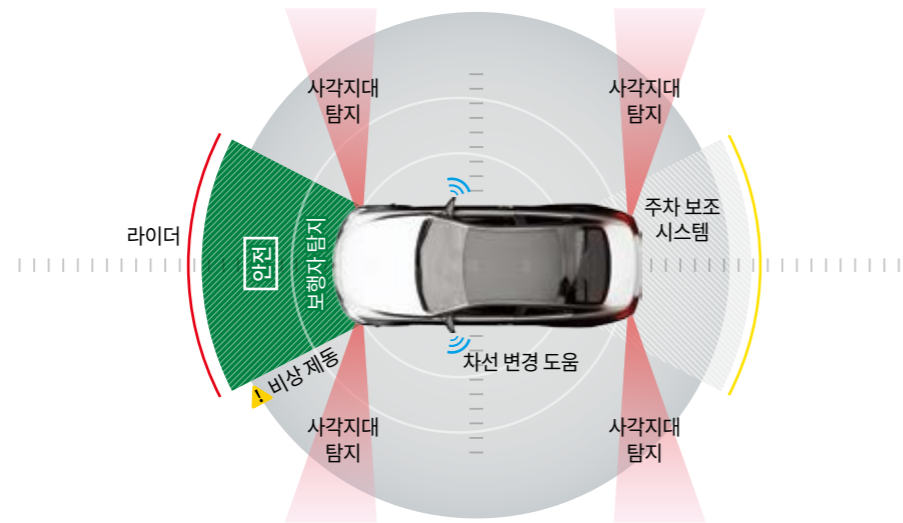


그림 II-41 자율주행에 사용하는 라이더

레이저는 삼차원 홀로그램 이미지를 생성하는 데에도 쓰인다. 홀로그램은 레이저 빛의 간섭 현상을 이용해 물체의 광학적인 정보를 기록한다. 홀로그램을 볼 때 시점을 이동하면, 기록된 장면의 다른 부분을 볼 수 있다.



영화 속 홀로그램

순수하고 단일한 진동수를 발생하는 레이저의 특징을 이용하면 아주 짧은 시간 간격을 갖는 초정밀 시계를 만들 수 있는데, 이 기술은 증강 현실(AR) 등을 구현하는 데 필수적이다.

레이저는 의료 분야에서도 많이 쓰인다. 그림 II-42는 각막의 굴절 이상으로 나빠진 시력을 교정하는 수술의 하나인 라식(LASIK) 수술 과정을 나타낸 것이다. 라식 수술에서는 자외선 범위의 고에너지 광자를 방출하는 레이저를 사용하여 각막의 모양을 바꾸고 근시를 교정한다. 라식 수술은 레이저를 사용하지 않는 각막 절제술보다 회복 기간이 짧고 통증이 적으며, 결과도 더 안정적이다.

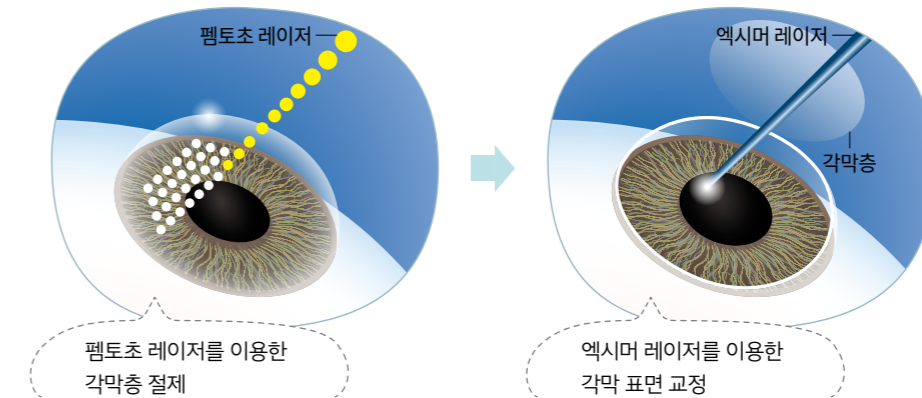


그림 II-42 라식 수술에서 레이저를 이용하는 과정

이 밖에도 레이저를 이용한 초정밀 암 치료 기술을 개발하고 있다. 매우 높은 정밀도의 레이저를 암세포에 쏘아 정상 세포의 손상을 최소화하면서 암세포만 제거하는 기술이다. 이와 같이 레이저는 일상생활과 통신, 의료 등 다양한 분야에서 널리 활용되고 있다.

**스스로 확인**

- 1 레이저는 디지털 광통신에 활용되며, 상품 정보를 해독하는 바코드 판독기에도 이용된다. (○, ×)
- 2 레이저 펄스를 이용해 물체까지의 거리를 측정하거나 주변을 탐색하는 장치를 ( ) (이)라고 한다.

**스스로 정리**

**공유** 레이저 기술이 우리 생활에 미치는 영향을 주제로 다섯 줄 글짓기를 해 공유 플랫폼에 공유해 보자.