

# Assignment #02

## Advanced Combinational Door Lock

디지털 도어락

연세대학교 컴퓨터 과학과 디지털 논리회로 실습

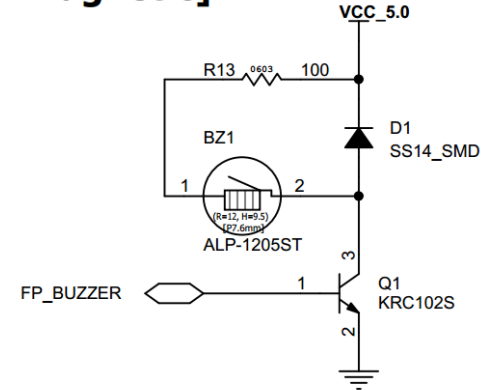
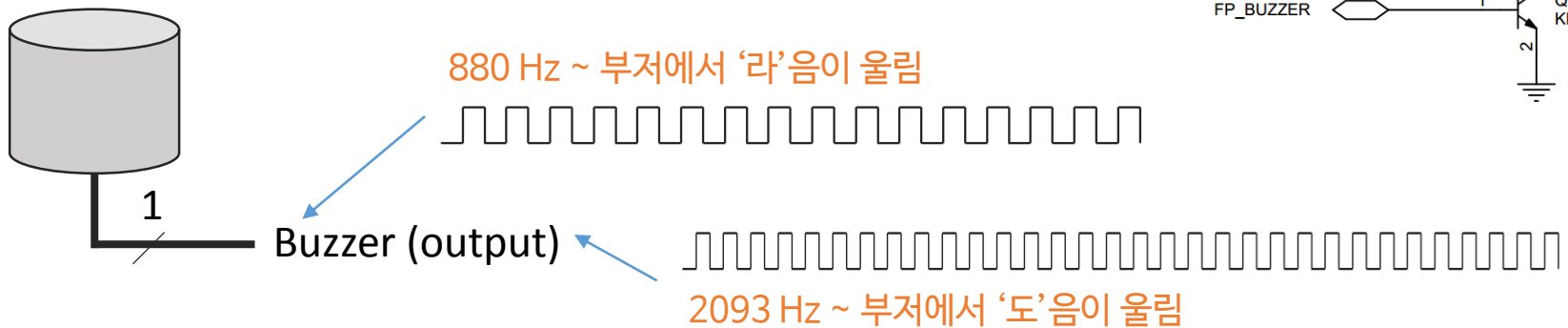
Computer Science Department of  
Yonsei University



Some of these slides contain material developed and copyrighted by  
Gim P. Hom (Lecturer, MIT), Prof. Steve Ward (MIT), Prof. Shin Dug Kim (Yonsei), Prof. Anantha Chandrakasan (MIT),  
Prof. Arvind and Prof. Krste Asanovic (MIT)

# 부저 (Buzzer) [Buzzer Magnetic]

- FPGA의 부저 ~ 직접 주파수를 인가하여 여러 음을 낼 수 있다.
  - 부저 작동 원리



- Buzzer 명세
  - FP\_BUZZER Pin number: J4
  - 출력에 필요한 bit: 1bit
  - 출력 방식: 0 <-> 1로 바뀌는 주기를 Buzzer가 인지하여, 그 주파수에 따라 각기 다른 음을 출력한다.
- 다음 장의 슬라이드에서 표를 보고, 부저에서 출력하기를 원하는 음에 맞는 주파수를 찾아서 buzzer로 통하는 wire(output)에 signal을 흘려 보내면 된다.

# 부저 (Buzzer)

- FPGA의 부저 ~ 직접 주파수를 인가하여 여러 음을 낼 수 있다.

게이름	Value	HEX	주파수(Hz)	게이름	Value	HEX	주파수(Hz)
도	1	0x01	261.625	솔	20	0x14	784
도#	2	0x02	277.18	솔#	21	0x15	830.6
레	3	0x03	293.665	라	22	0x16	880
레#	4	0x04	311.125	라#	23	0x17	932.2
미	5	0x05	329.63	시	24	0x18	987.6
파	6	0x06	349.23	도	25	0x19	1046.5
파#	7	0x07	369.995	도#	26	0x1A	1108.72
솔	8	0x08	392	레	27	0x1B	1174.66
솔#	9	0x09	415.3	레#	28	0x1C	1244.5
라	10	0x0A	440	미	29	0x1D	1318.52
라#	11	0x0B	466.1	파	30	0x1E	1396.92
시	12	0x0C	493.8	파#	31	0x1F	1479.98
도	13	0x0D	523.25	솔	32	0x20	1568
도#	14	0x0E	554.36	솔#	33	0x21	1661.2
레	15	0x0F	587.33	라	34	0x22	1760
레#	16	0x10	622.25	라#	35	0x23	1864.4
미	17	0x11	659.26	시	36	0x24	1975.2
파	18	0x12	698.46	도	37	0x25	2093
파#	19	0x13	739.99				

# Key-matrix

- Key-matrix?
  - 4x4의 key 입력 장치
    - FPGA 보드를 보면, KEY\_COL1 ~ KEY\_COL4 / KEY\_ROW1 ~ KEY\_ROW4라 적혀있다.
    - 문제는 key의 총 개수는 16개이다.  
(Q: key가 16개면, 이를 감지하는 wire도 16개여야 하지 않는가?)
  - 앞의 7-Segment 장비의 특성을 통해 유추해보면, 이 장비도  
‘사람이 버튼을 누르는 간격은, 일정 수준 이상의 시간 간격을 두고 일어난다.’  
라는 점에 착안해서 wire의 수를 절감하는 방식을 택한 것으로 볼 수 있다.
  - KEY\_COL1~4가 output wire, KEY\_ROW1~4가 input wire이다.
    - 즉, KEY\_COL의 1부터 4까지 번갈아 가며 신호를 주고,  
이 신호가 활성화 되어 있는 상태에서 사용자가 버튼을 누를 경우  
KEY\_ROW를 통해 신호가 감지된다는 원리를 이용
  - 다음의 슬라이드를 통해서 확실하게 동작 원리를 이해해본다.

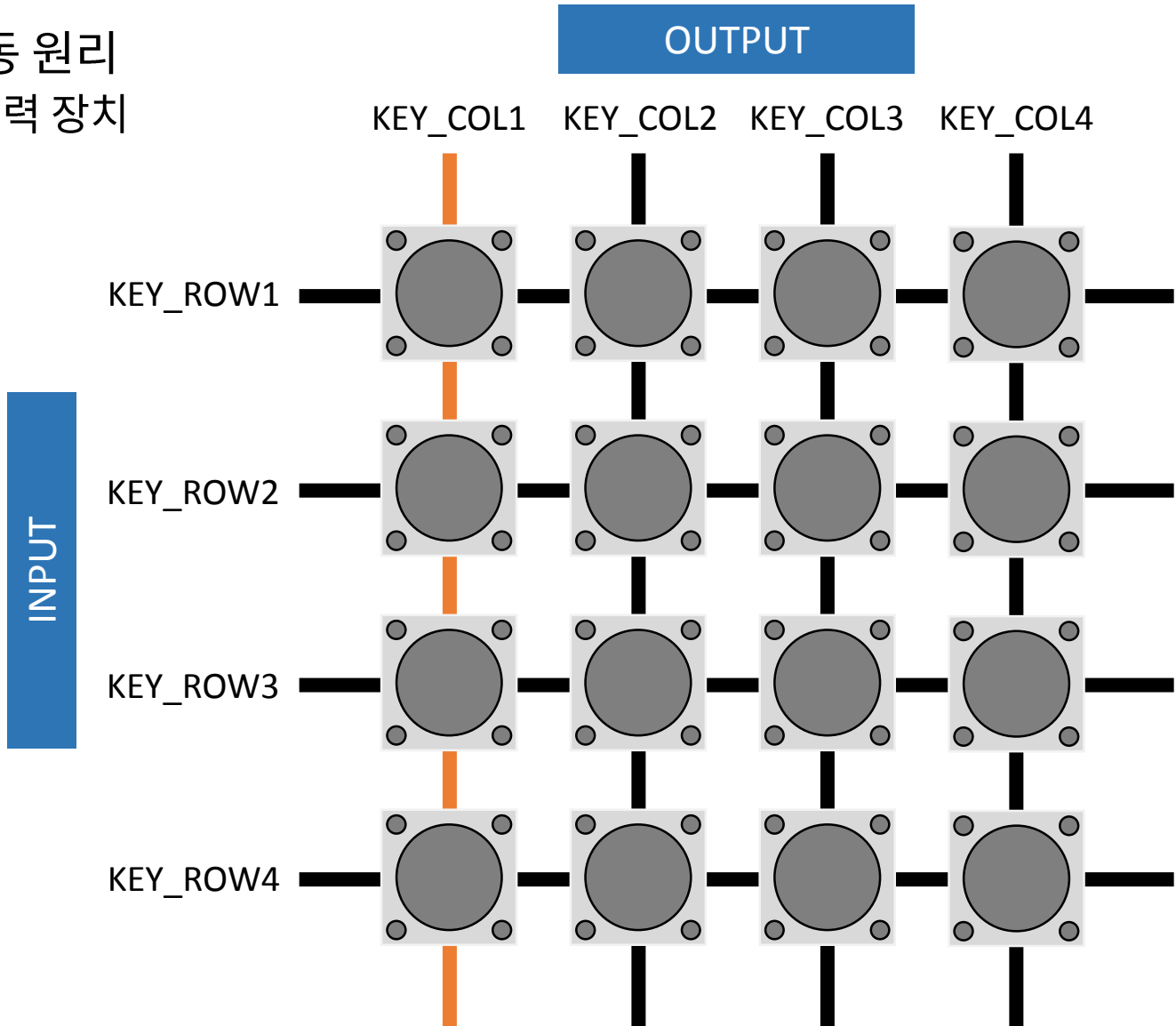


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 1  
KEY\_COL2 = 0  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 0

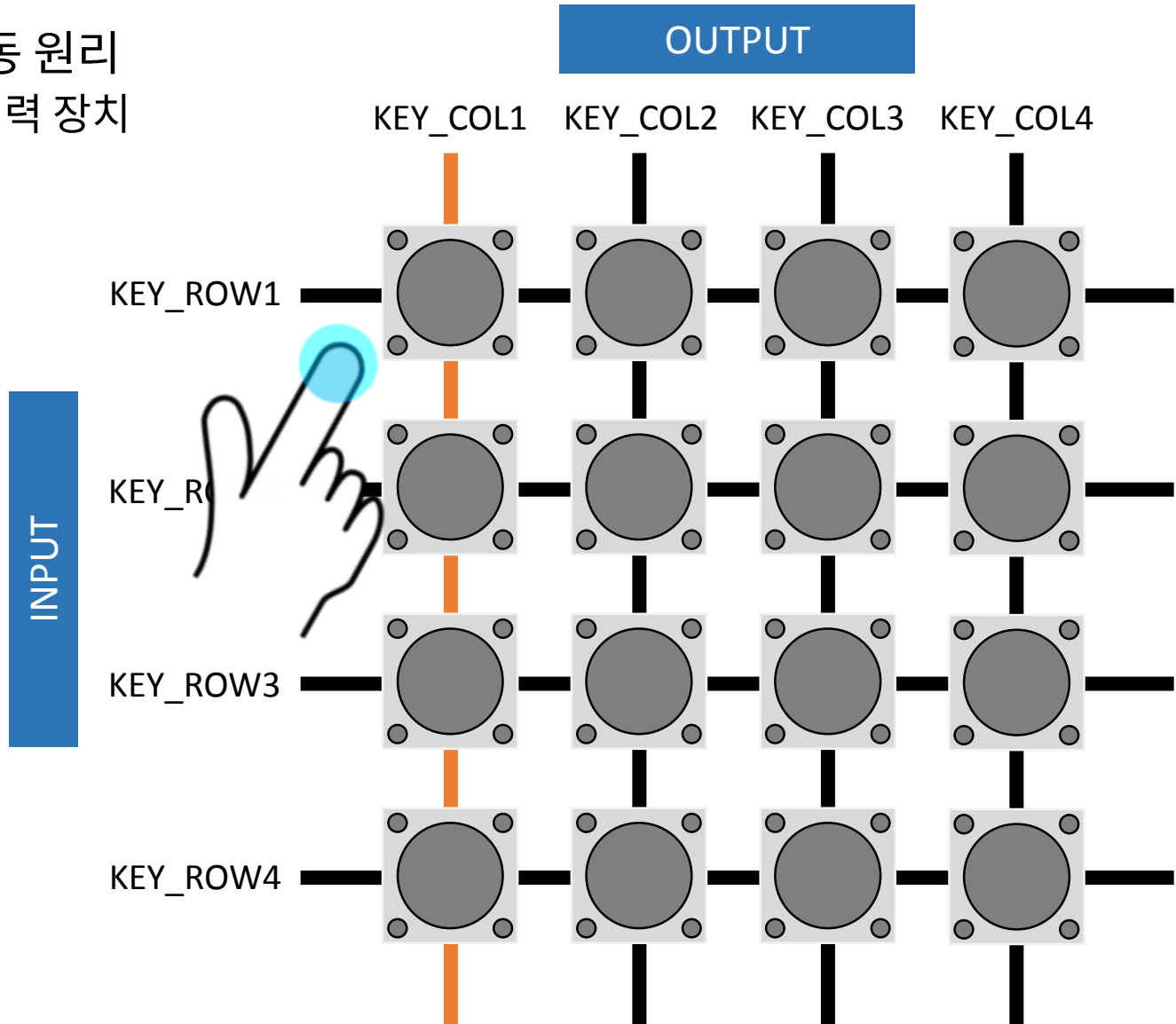


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 1  
KEY\_COL2 = 0  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 0

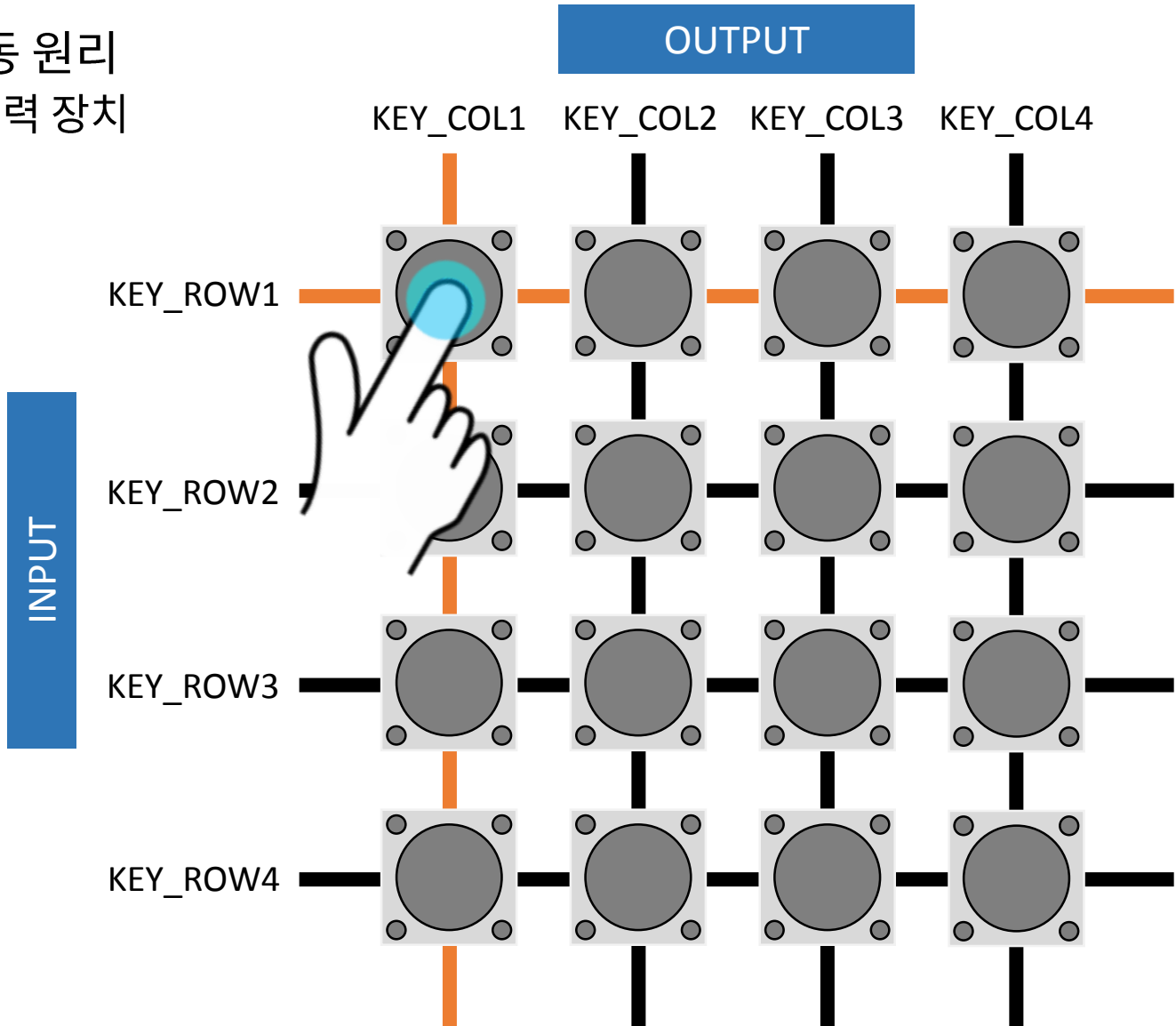


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 1  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 1  
KEY\_COL2 = 0  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 0



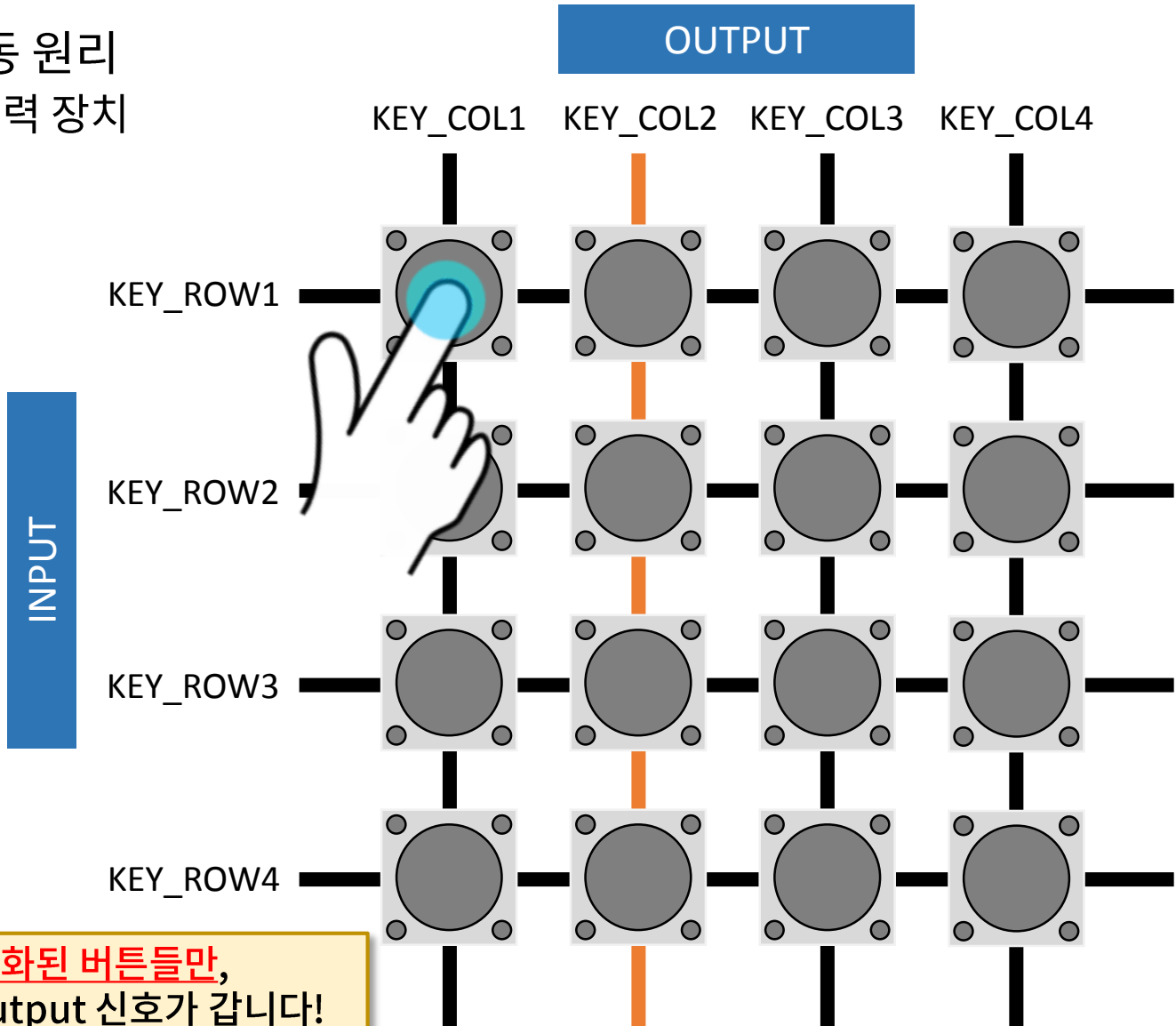


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 0  
KEY\_COL2 = 1  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 0



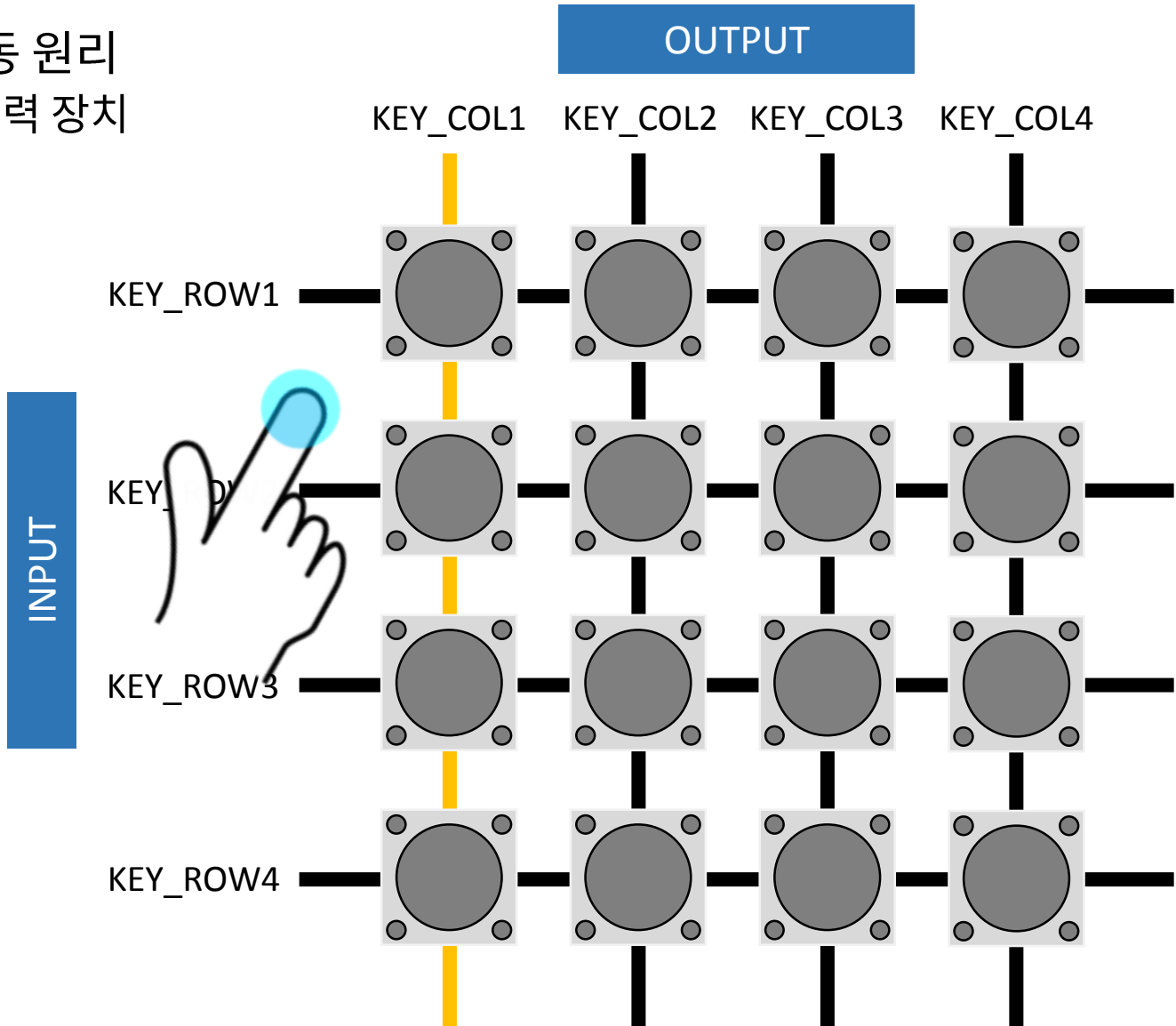
**COL에 의해 활성화된 버튼들만,  
눌렀을 경우 ROW로 output 신호가 갑니다!**

# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 1  
KEY\_COL2 = 0  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 0

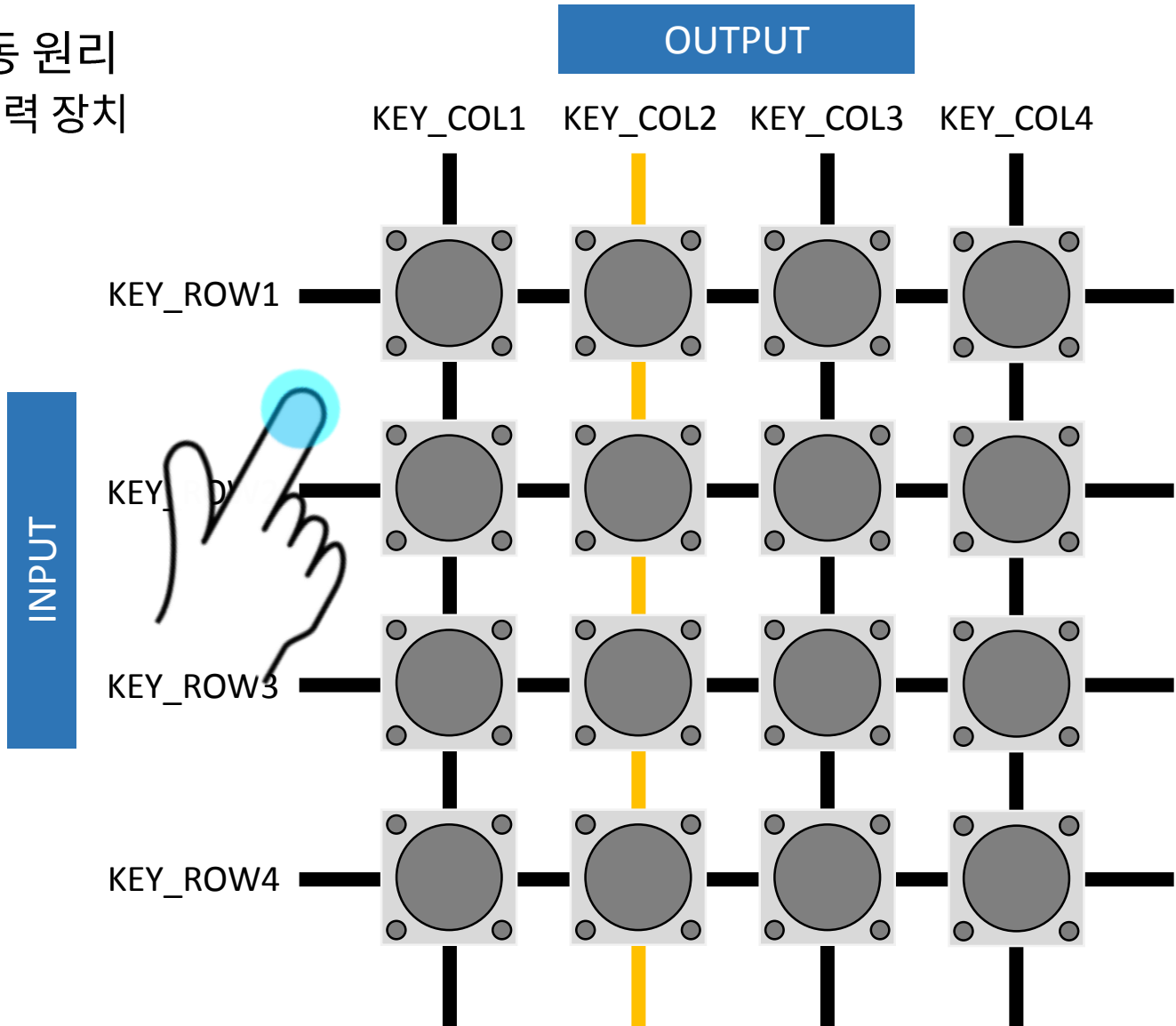


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 0  
KEY\_COL2 = 1  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 0

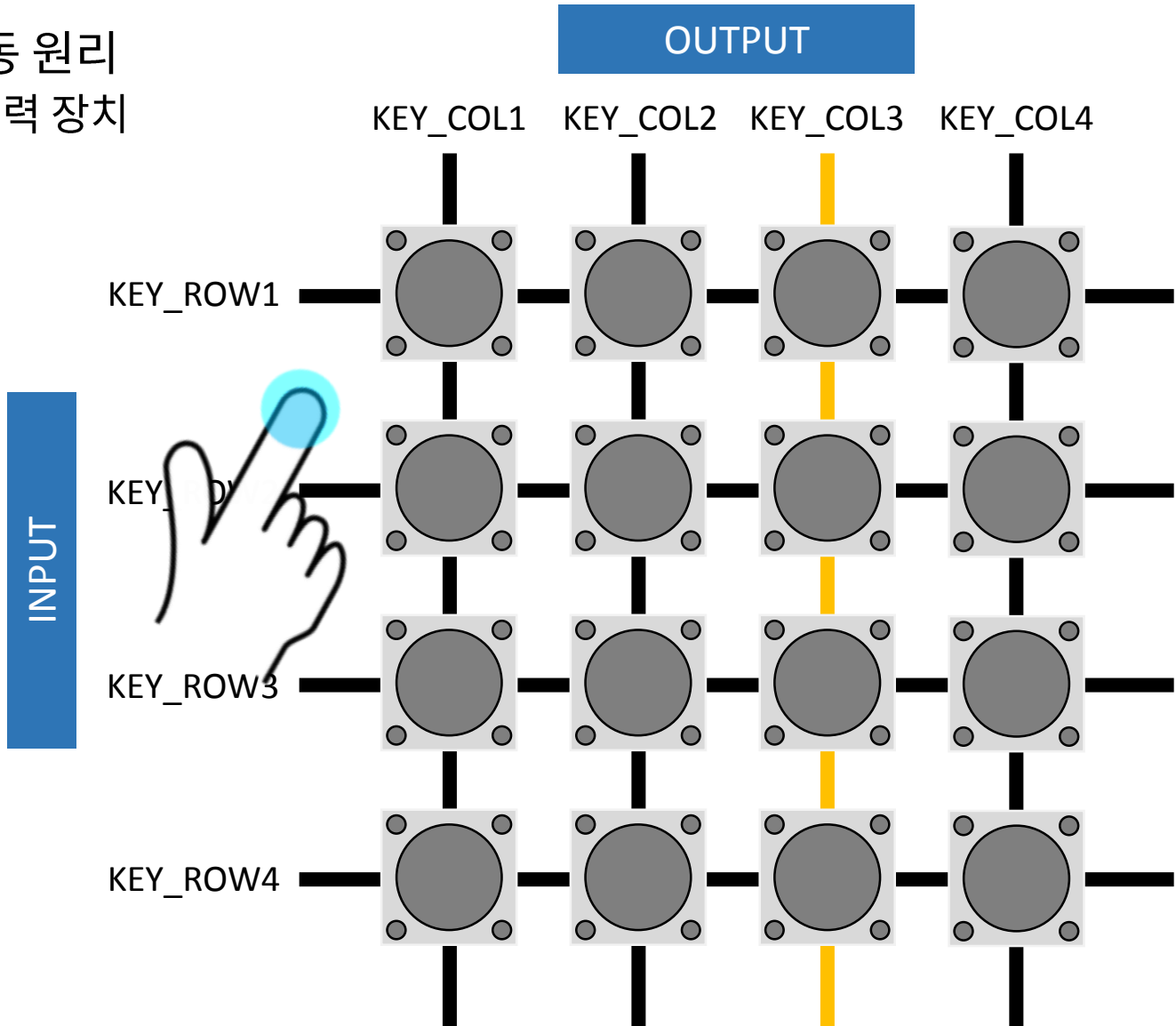


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 0  
KEY\_COL2 = 0  
KEY\_COL3 = 1  
KEY\_COL4 = 0

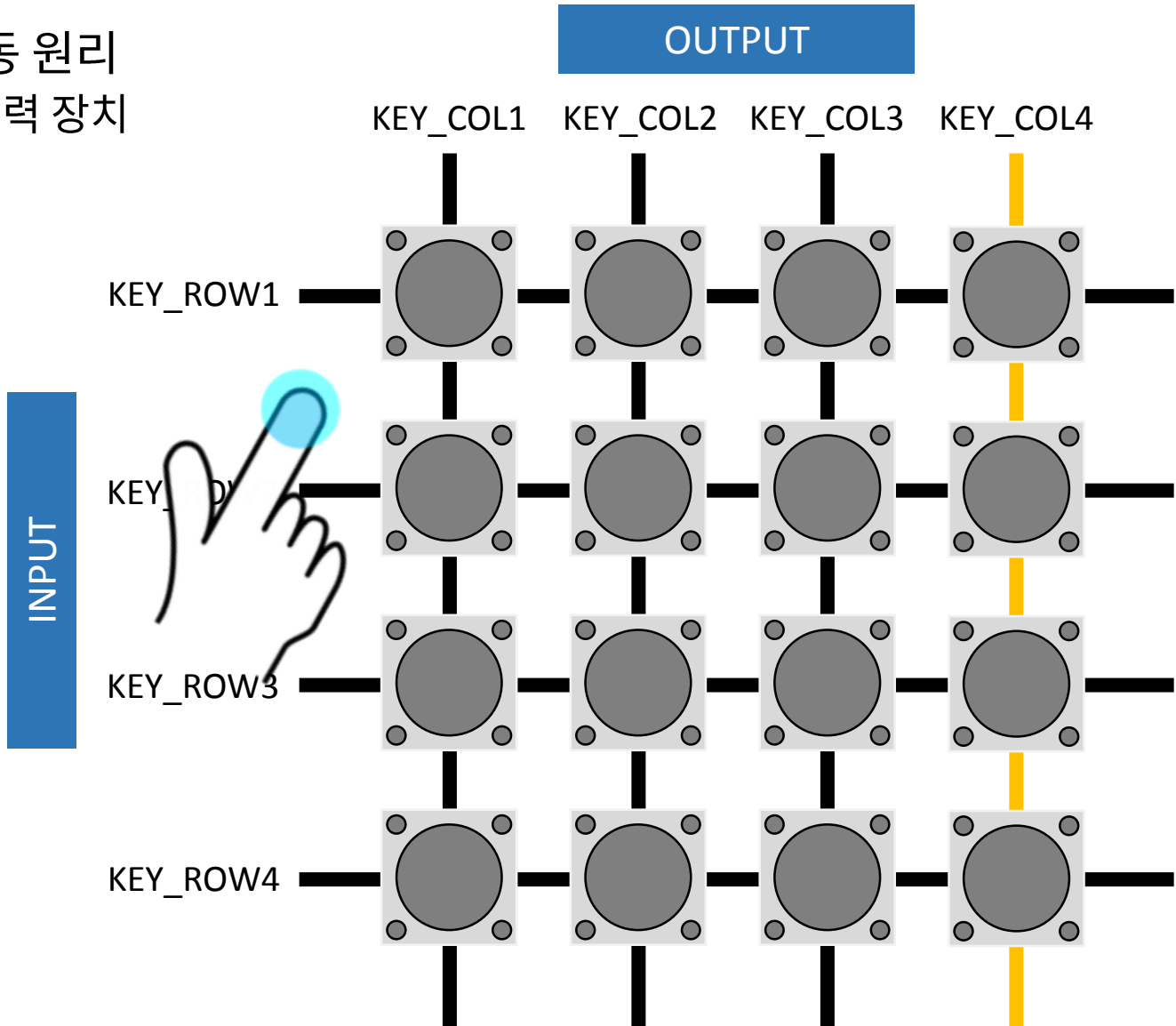


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 0  
KEY\_COL2 = 0  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 1

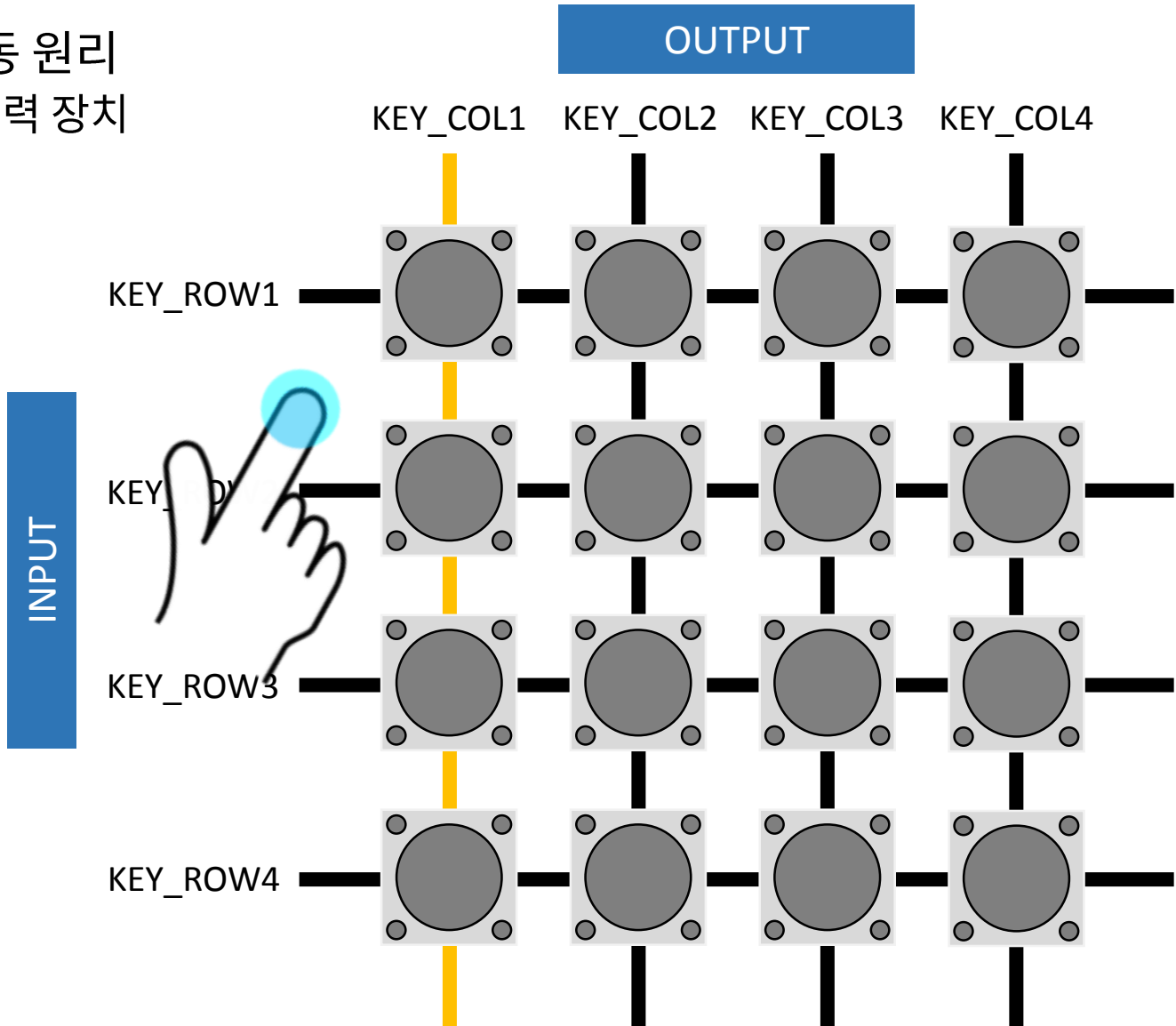


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 1  
KEY\_COL2 = 0  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 0

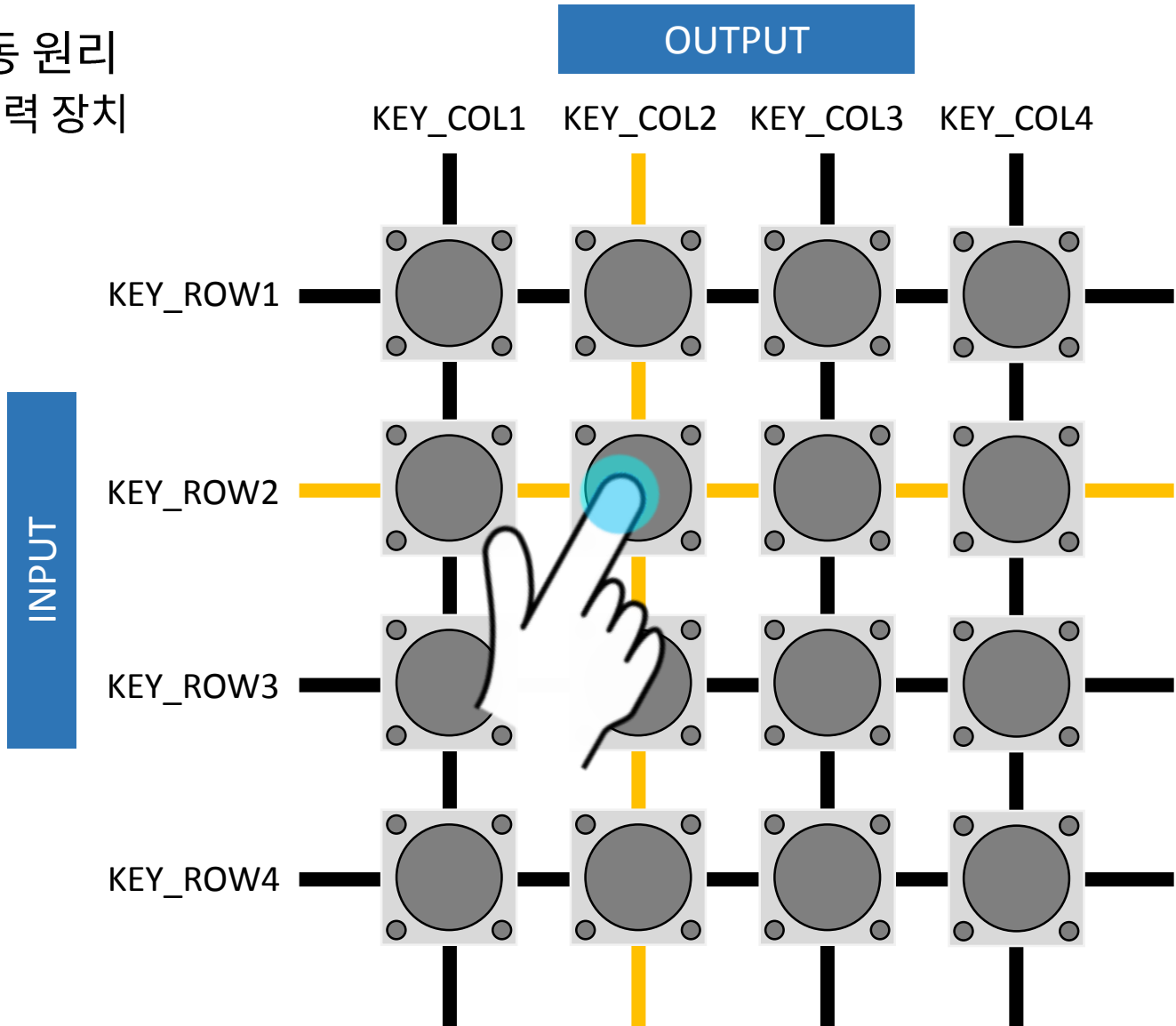


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
**KEY\_ROW2 = 1**  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 0  
KEY\_COL2 = 1  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 0

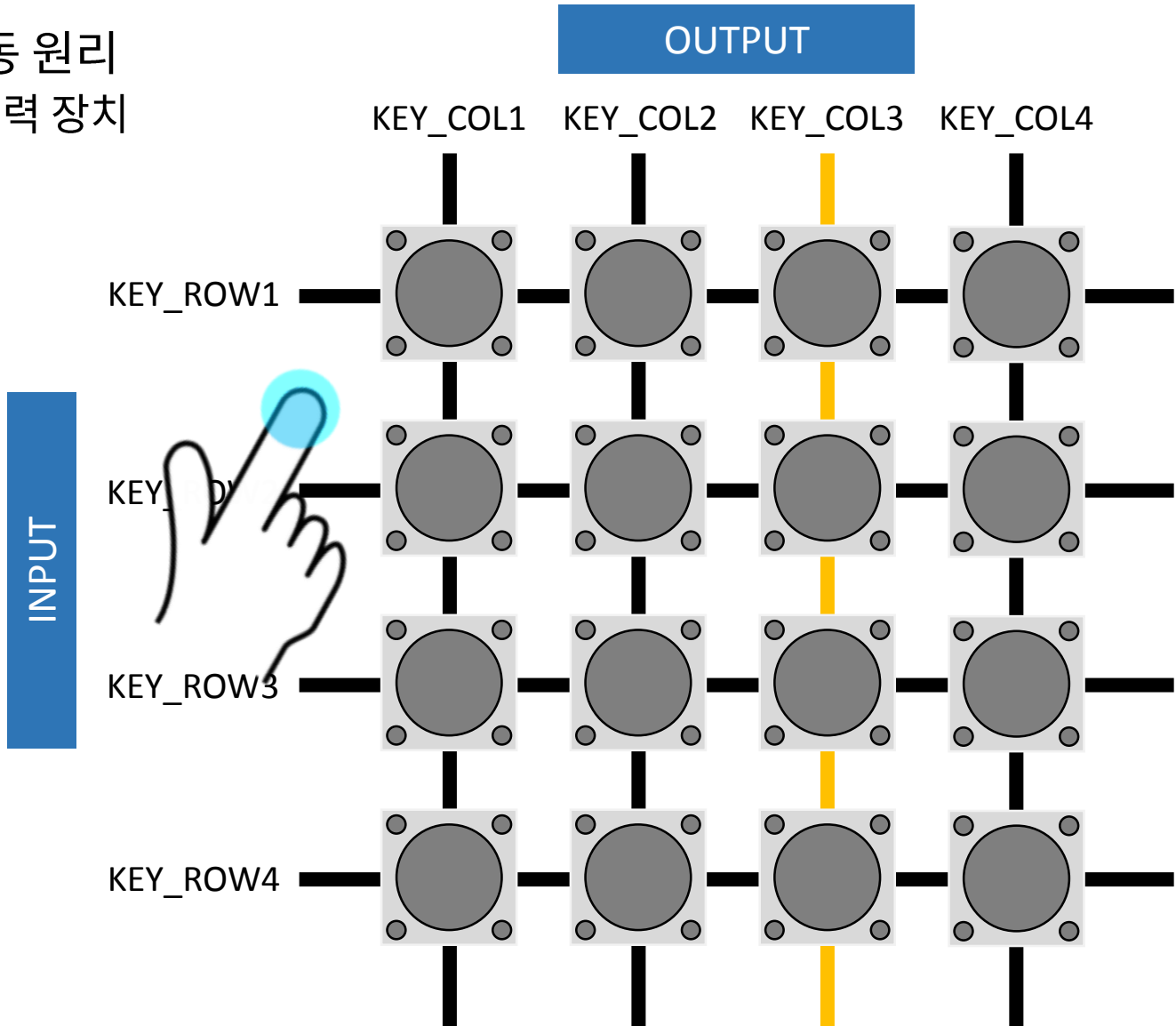


# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 0  
KEY\_COL2 = 0  
KEY\_COL3 = 1  
KEY\_COL4 = 0





# Key-matrix

- Key-matrix 작동 원리
  - 4x4의 key 입력 장치

KEY\_ROW1 = 0  
KEY\_ROW2 = 0  
KEY\_ROW3 = 0  
KEY\_ROW4 = 0

KEY\_COL1 = 0  
KEY\_COL2 = 0  
KEY\_COL3 = 0  
KEY\_COL4 = 1

