

# Integer Arithmetic: Addition/Subtraction

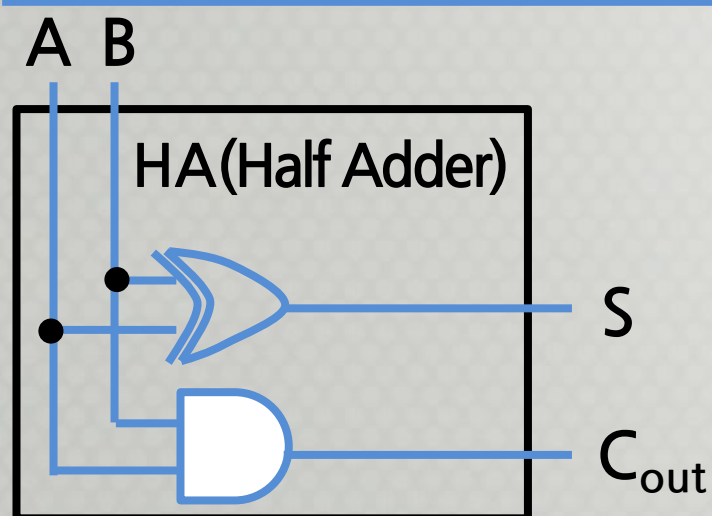
## Half Adder

A	B	C <sub>out</sub>	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

### Boolean Expression

$$C_{out} = A \wedge B$$

$$S = A \oplus B$$



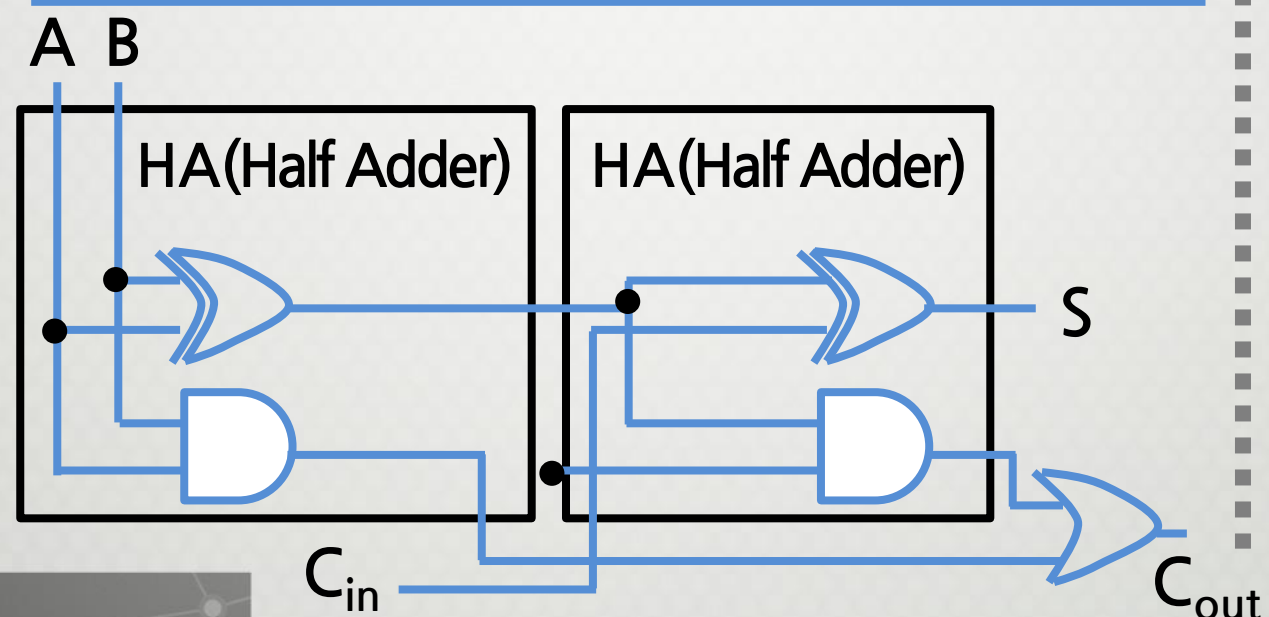
## Full Adder

A	B	C <sub>in</sub>	S	C <sub>out</sub>
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

### Boolean Expression

$$C_{out} = ((A \oplus B) \wedge C_{in}) \vee (A \wedge B)$$

$$S = A \oplus B \oplus C$$



## Subtraction= 2's Complement + Addition

$$5 - 7$$

$$= 0101 - 0111$$

$$= 0101 + (-0111)$$

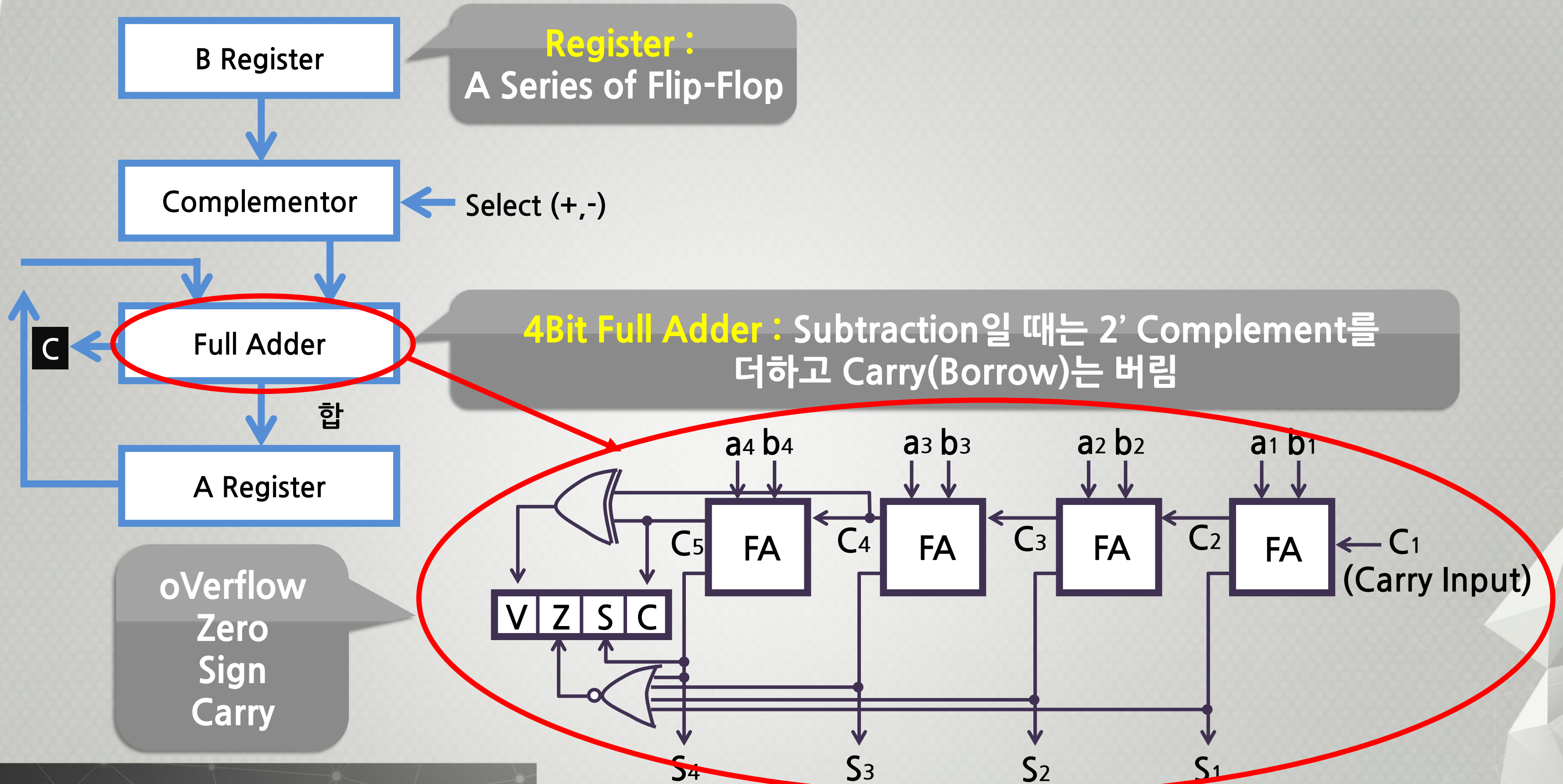
$$= 0101 + 1001$$

$$= 1110$$

$$= -2$$

Why? 2's complement를 취하면 음수로 바뀜

# Integer Arithmetic: Addition/Subtraction





# Integer Arithmetic: Overflow/Underflow

Why  $V = C4 \oplus C5$  ?

		3	2	1	0	-1	-2	-3	-4
		011	010	001	000	111	110	101	100
3	011	<del>1</del> 10	<del>1</del> 01	<del>1</del> 00	011	<del>0</del> 10	<del>0</del> 01	<del>0</del> 00	111
2	010	<del>1</del> 01	<del>1</del> 00	011	010	<del>0</del> 01	<del>0</del> 00	111	110
1	001	<del>1</del> 00	011	010	001	<del>0</del> 00	111	110	101
0	000	011	010	001	000	111	110	101	100
-1	111	<del>0</del> 10	<del>0</del> 01	<del>0</del> 00	111	<del>1</del> 10	<del>1</del> 01	<del>1</del> 00	<del>0</del> 11
-2	110	<del>0</del> 01	<del>0</del> 00	111	110	<del>1</del> 01	<del>1</del> 00	<del>0</del> 11	<del>0</del> 10
-3	101	<del>0</del> 00	111	110	101	<del>1</del> 00	<del>0</del> 11	<del>0</del> 10	<del>0</del> 01
-4	100	111	110	101	100	<del>0</del> 11	<del>0</del> 10	<del>0</del> 01	<del>0</del> 00

● 결국 부호가 바뀌는지를 판단하면 됨!

## Quiz

### Integer Representation

- 1 Decimal # -70을 8Bit 길이의 Signed Magnitude, 1's Complement, 2's Complement Binary #로 변환하여라.
- 2 위의 결과들을 16비트로 Sign Extension을 수행하라.

### Logic Operations

- 3 Register에 저장된 Binary # 0100\_1010의 하위 4Bit를 0110으로 바꾸는 방법을 설명하여 보아라.



## Quiz

### Shift Operations

- 4 Register에 저장된 2's Complement Binary # 0100\_1010에 대해 LSL, LSR, ASL, ASR, CSL, CSR를 수행한 결과는 무엇인가?

### Integer Arithmetic: Addition/Subtraction

- 5 두 개의 2's Complement Binary # 1011\_0100에서 0111\_1110을 더한 결과를 쓰고 이로 인해 Status Register의 Flag Bit C, S, Z, V는 각각 어떤 값으로 Setting되는지 확인하라.

## ■ PBL: Karnaugh(카르노) Map을 이용한 1-Bit Full Adder의 Boolean Expression 간략화

1-Bit Full Adder를 위한 Truth Table(진리표)이 앞서 제시되어 있으며 편의를 위해 다시 제시하면 아래와 같다. Karnaugh Map을 이용하면 이 Table로부터 제시된 1-Bit Full Adder의 Boolean Expression을 얻어낼 수 있다. 이 과정을 수행하여 보아라!

A	B	C <sub>in</sub>	S	C <sub>out</sub>
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Karnaugh  
Map



### Boolean Expression

$$C_{out} = ((A \oplus B) \wedge C_{in}) \vee (A \wedge B)$$

$$S = A \oplus B \oplus C$$



## ■ 탐구 주제: 기업을 위한 컴퓨팅 호텔 - 데이터 센터

최근 게임에 입체감을 부여하고자 3D 그래픽이 본격적으로 도입되었고, 화면을 보다 현실적으로 만들기 위한 **각종 광원 효과 및 질감 표현 기법이 점차 발전**

이러한 작업들을 CPU 혼자서 처리하기에는 버겁기 때문에 이를 보조할 3D 그래픽 연산 전용의 프로세서, 즉 **GPU(Graphics Processing Unit)**가 개발되어 그래픽카드에 탑재되기 시작

최근에는 알파고 등의 **대규모 부동산소숫점 수치 연산**을 위한 전용 프로세서로도 활용