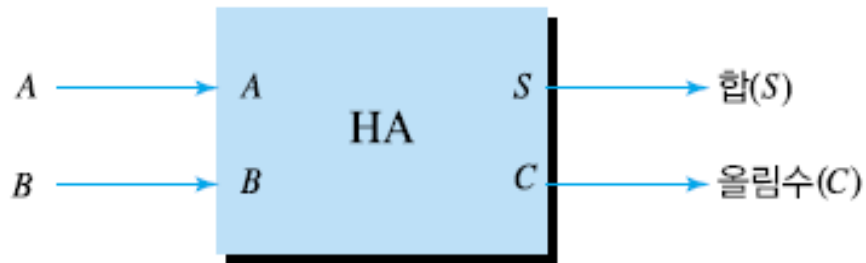

디지털공학

전자정보대학 정보통신공학부
최민

가산기

- **가산기(adder)**: 수치적 데이터들 간의 덧셈을 수행하는 조합회로
 - **반가산기(Half adder: HA)**: 두 비트들을 더하고, 합(sum)과 올림수(carry)를 발생하는 회로.
 - **전가산기(Full adder: FA)**: 세 개의 비트들을 더하고, 합과 올림수 비트를 발생하는 회로. (일반적으로 세 개의 입력들 중의 두 개는 더해질 비트들이며, 나머지 한 비트는 아래 자리수로부터 올라오는 올림수 비트)

반가산기(HA)



□ 2-비트 덧셈 규칙

$0 + 0 = 0$, 올림수 = 0

$0 + 1 = 1$, 올림수 = 0

$1 + 0 = 1$, 올림수 = 0

$1 + 1 = 0$, 올림수 = 1

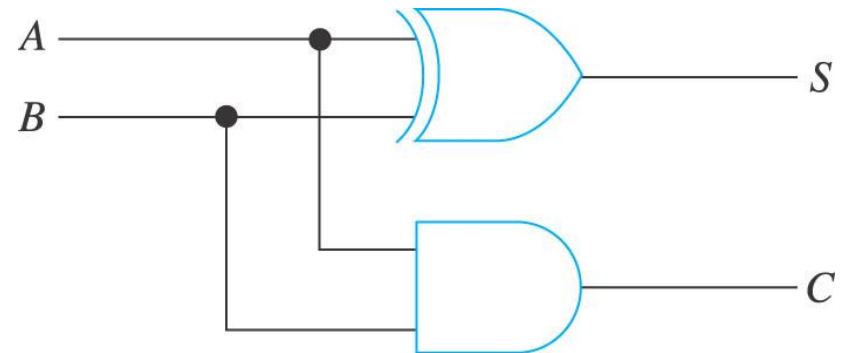
반가산기 (계속)

〈표 6-3〉 반가산기의 진리표

A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

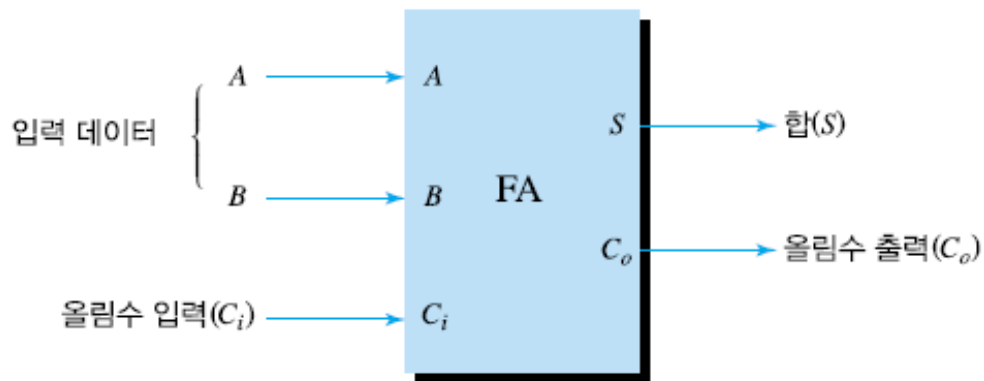
$$S = A'B + AB' = A \oplus B$$

$$C = AB$$



전가산기(FA)

- 3-비트 덧셈 회로: 두 입력 비트들 및 올림수 간의 덧셈을 수행



〈표 6-4〉 전가산기의 진리표

A	B	C_i	S	C_o
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

전가산기 (계속)

□ 카노프 맵을 이용한 간략화

■ 합(s)에 대한 맵

		BC_i			
		00	01	11	10
A	0		1		1
	1	1		1	

$$\begin{aligned} \rightarrow S = & AB'C_i' + A'B'C_i \\ & + ABC_i + A'BC_i' \end{aligned}$$

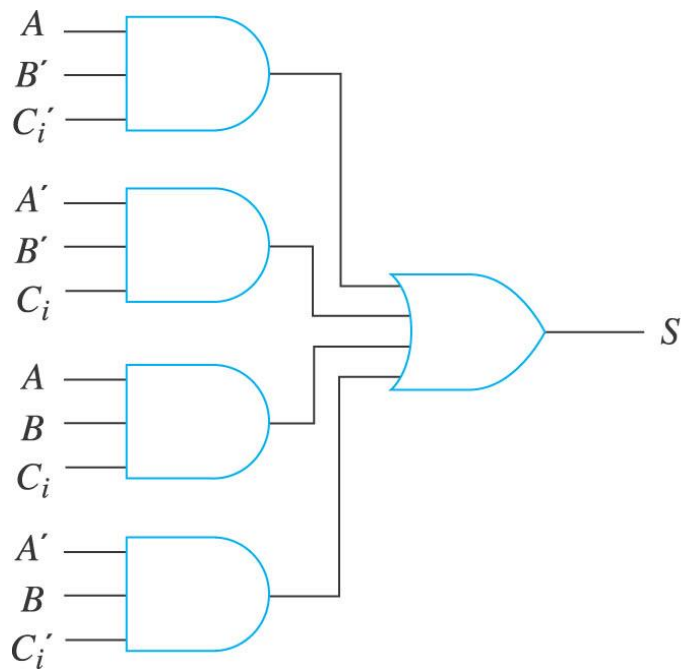
올림수(C_o)에 대한 맵

		BC_i			
		00	01	11	10
A	0	0	0	1	0
	1	0	1	1	1

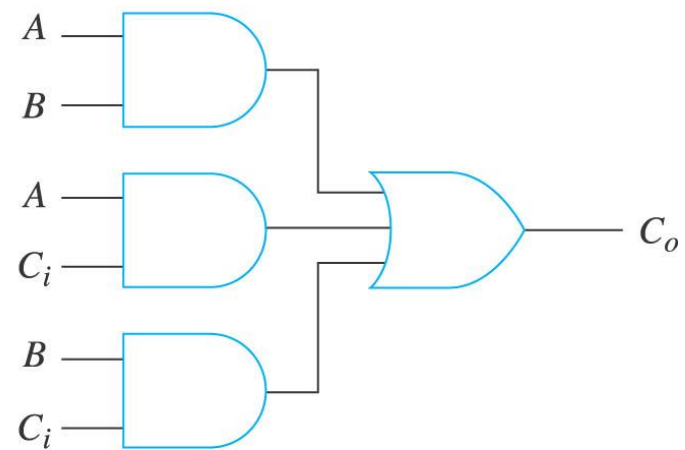
$$\rightarrow C_o = AB + AC_i + BC_i$$

전가산기 (계속)

S에 대한 회로



C_o 에 대한 회로



전가산기 (계속)

□ 부울 함수의 변형을 통한 회로의 간략화

$$S = AB'C_i' + A'B'C_i + ABC_i + A'BC_i'$$

$$= (AB' + A'B)C_i' + (A'B' + AB)C_i$$

$$= (AB' + A'B)C_i' + (AB' + A'B)'C_i$$

$$= (A \oplus B)C_i' + (A \oplus B)'C_i$$

$$= \underline{(A \oplus B)} \oplus C_i \quad (6-3)$$

$$C_o = AB + A'BC_i + AB'C_i$$

$$= AB + (A'B + AB')C_i$$

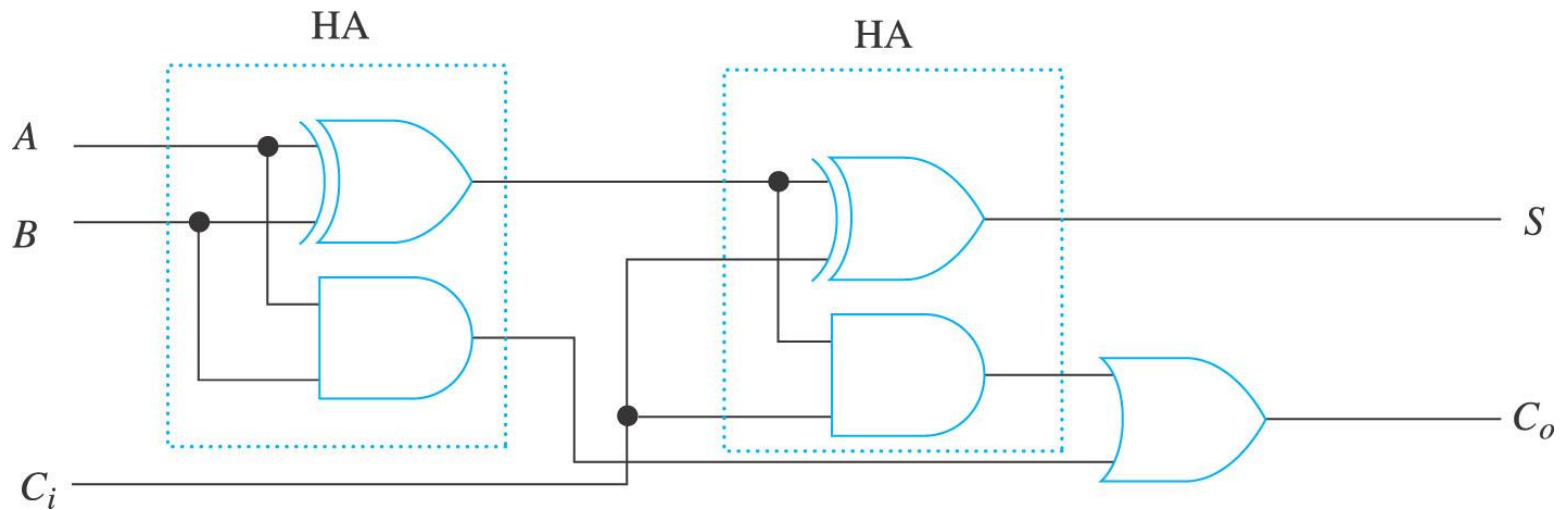
$$= AB + \underline{(A \oplus B)}C_i$$

← C_o 에 대한 카노프 맵에서
하단 우측 그룹만 묶음 (그림 6-14)

		BC_i			
		00	01	11	10
A	0			1	
	1		1	1	1

전가산기 (계속)

□ 한 개의 조합회로로 통합된 전가산기



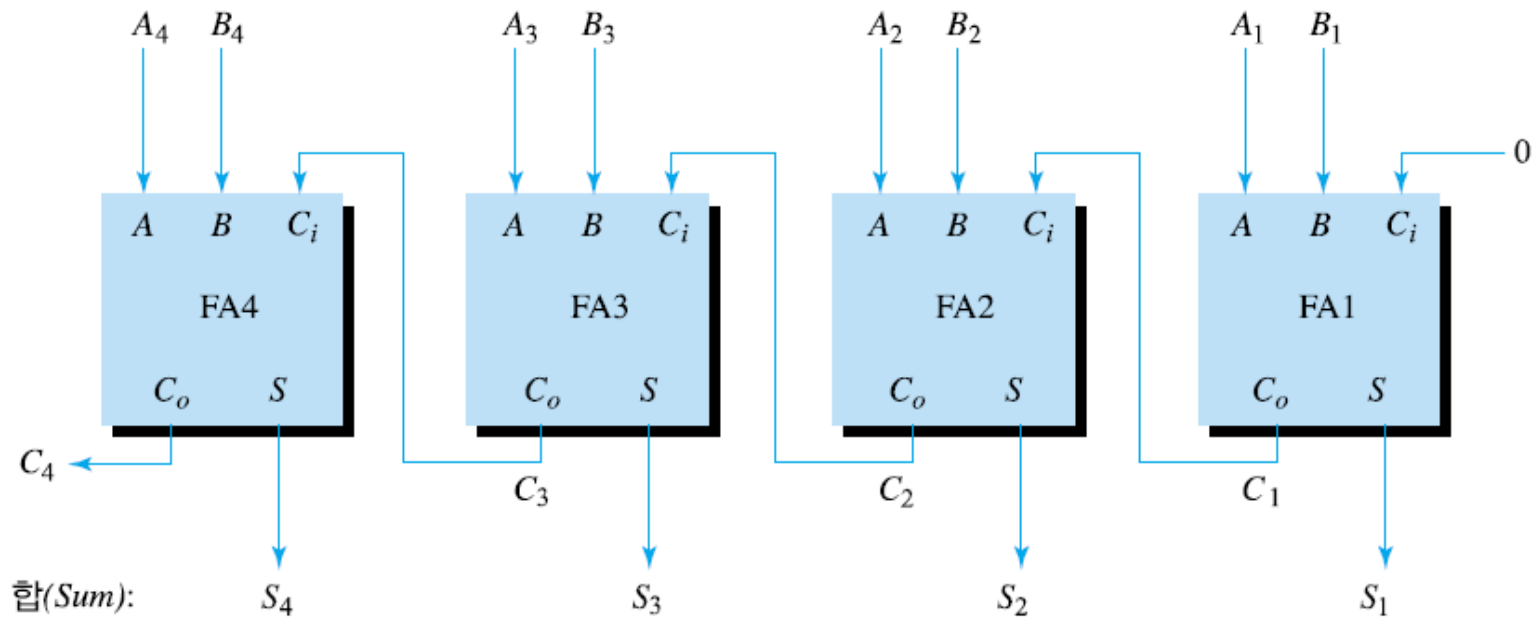
병렬가산기(Parallel Adder)

□ 여러 비트들로 이루어진 2진수들 간의 덧셈을 수행하는 회로

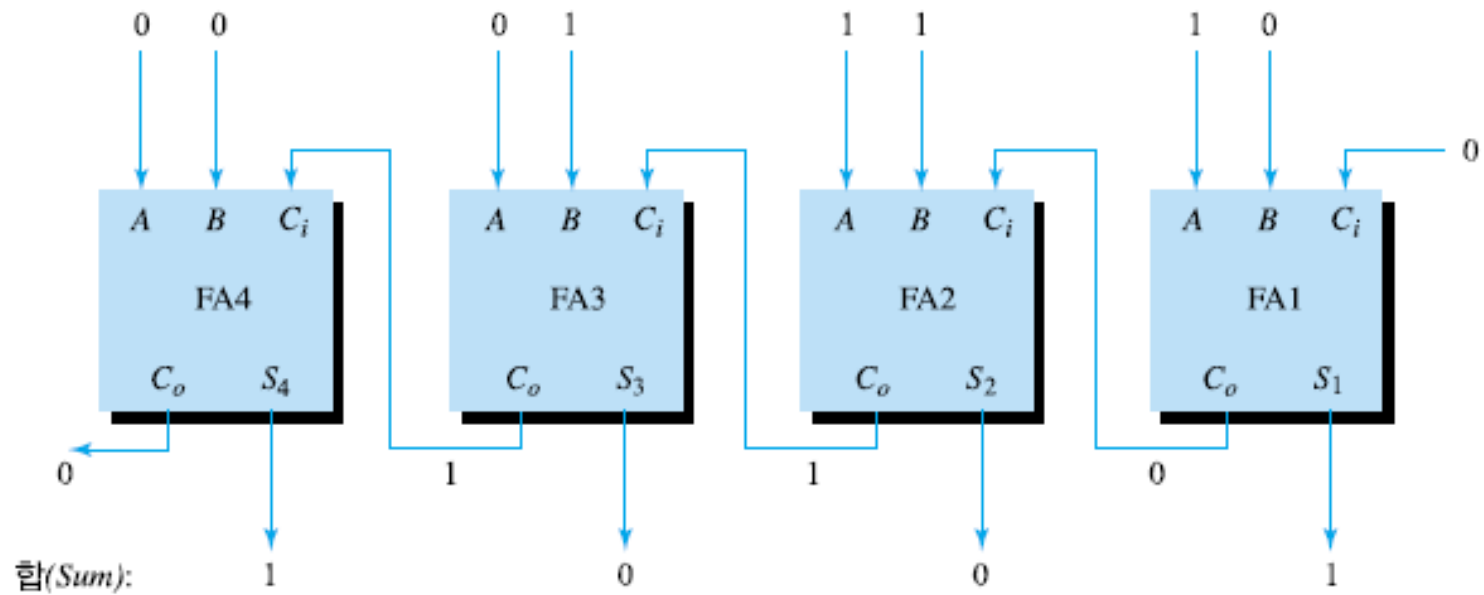
[예] 4-비트 병렬가산기: 네 개의 전가산기(FA)들로 구성

$$\begin{array}{rcccc} A_4 & A_3 & A_2 & A_1 \\ + & B_4 & B_3 & B_2 & B_1 \\ \hline S_4 & S_3 & S_2 & S_1 & (\text{합}) \end{array}$$

4-비트 병렬가산기의 구성도



4-비트 병렬가산기에서 (0011+0110) 이 수행되는 과정



□ 8-비트, 16-비트, 32-비트 병렬가산기: 그 수만큼의 FA들을 같은 방법으로 구성

□ 덧셈에 걸리는 시간 (각 게이트 지연시간 : $2ns$ 로 가정)

■ 각 FA에서 두 비트 덧셈에 걸리는 시간 = $6 ns$

■ 4-비트 덧셈 시간 = $6 ns \times 4 = 24 ns$

■ 8-비트 덧셈 시간 = $48 ns$

■ 16-비트 덧셈 시간 = $96 ns$

■ 32-비트 덧셈 시간 = $192 ns$

➔ 시간 단축을 위하여 올림수 미리보기(carry-lookahead) 방식 사용

디코더(Decoder)

- 해독기라고도 부름
- 입력 : N -비트 2진수
- 출력 : 입력값에 따라 2^N 개의 출력들 중의 하나를 지정

[예] 2x4 디코더(2-to-4 line decoder)

