

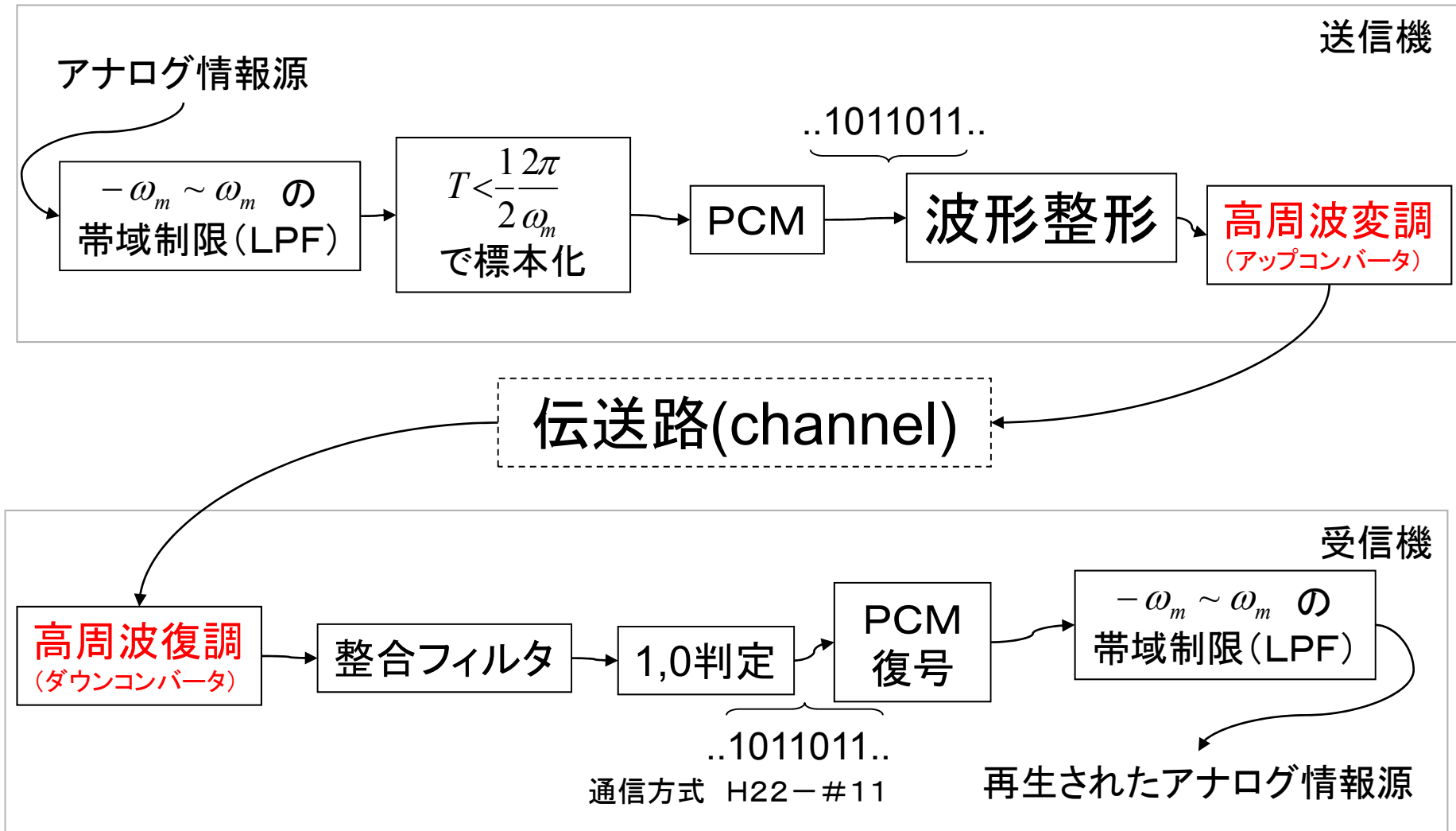
通信方式#11

H22-12-22

古川 浩

情報伝送系

～アナログ音声信号の伝達例



変(復)調の分類

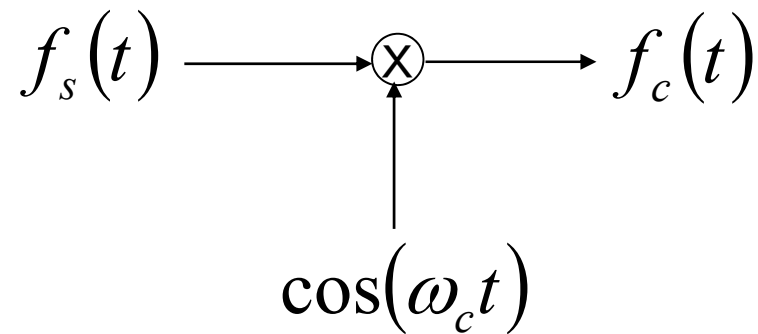
	ベースバンド変調	高周波変調
アナログ	パルス変調(6.2節~6.5節) Pulse Amplitude Mod. (PAM) Pulse Width Mod. (PWM) Pulse Position Mod. (PPM)	アナログ変調(3, 4, 5章) Amplitude Mod. (AM) Frequency Mod. (FM) Phase Mod. (PM) Single SideBand Mod. (SSB)
デジタル	パルス符号変調(7章) Pulse Code Mod. (PCM) Delta Mod. (Δ M) Delta-Sigma Mod. (Δ - Σ M) Differential PCM (DPCM) Adaptive Δ M (A Δ M) Adaptive PCM (APCM) Adaptive DPCM (ADPCM)	デジタル(高周波)変調(8章) Amplitude Shift Keying (ASK) Frequency Shift Keying (FSK) Phase Shift Keying (PSK) Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) Quadrature Amplitude Modulation (QAM)

振幅変調

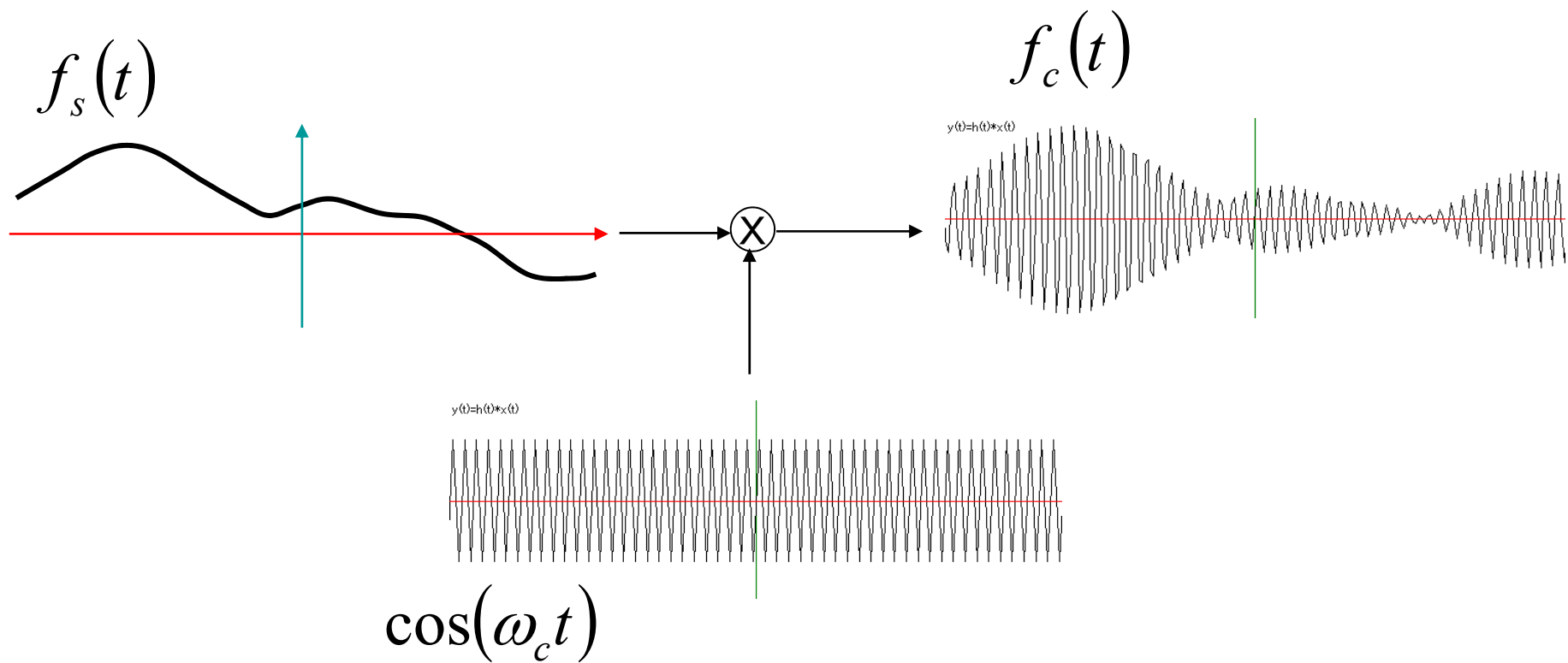
Amplitude Modulation (AM)

$$\underline{f_c(t)} = \underline{f_s(t)} \underline{\cos(\omega_c t)}$$

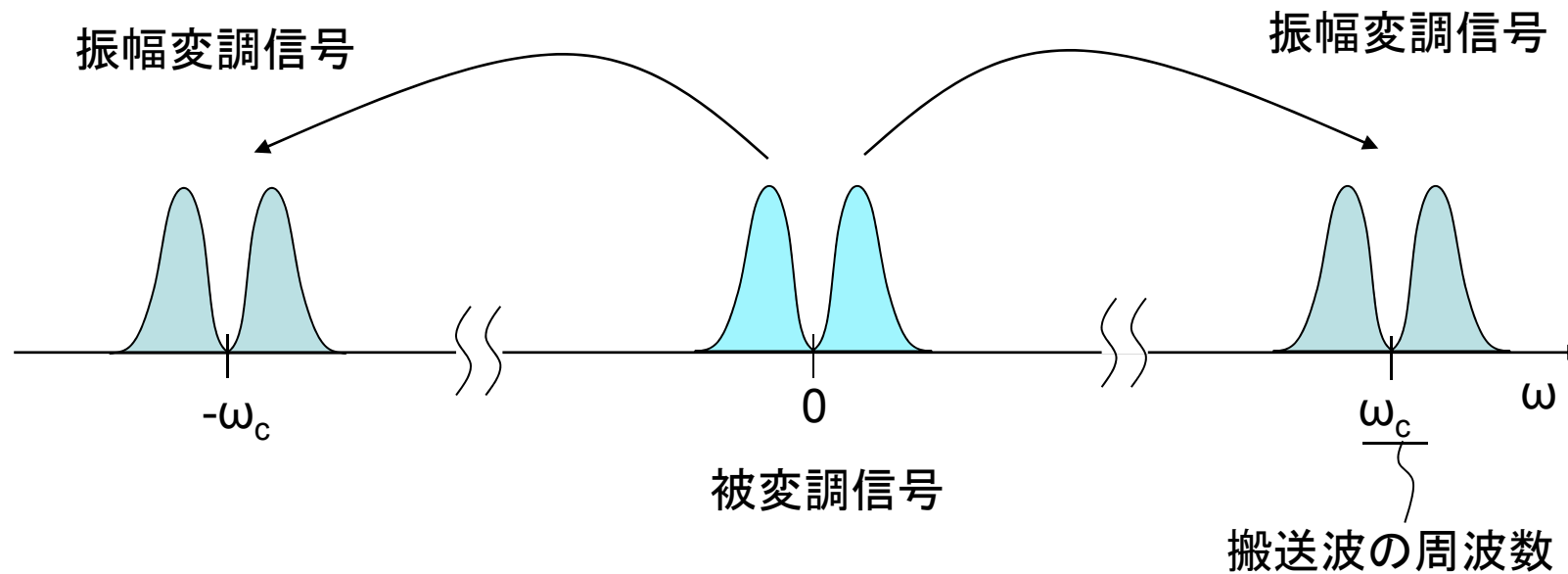
振幅変調信号 被変調信号 搬送波



振幅変調の一例(時間軸)



振幅変調の一例（周波数軸軸）

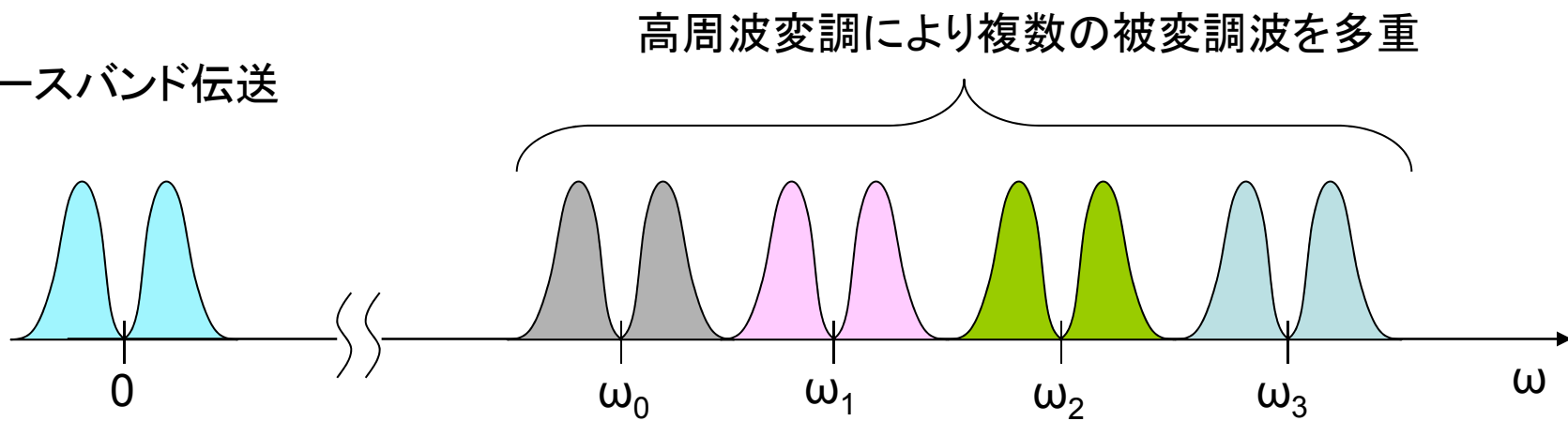


なんのため？

- アンテナサイズ
 - アンテナ長は輻射すべき信号の波長の1/10以上の長さが必要
 - $f=4\text{kHz}$, $\lambda=c/f=75\text{km}!!$
 - $f=90\text{MHz}$, $\lambda=3\text{m}$ $3\text{m} * 1/10 \rightarrow 30\text{cm}$
- 周波数多重

周波数分割多重

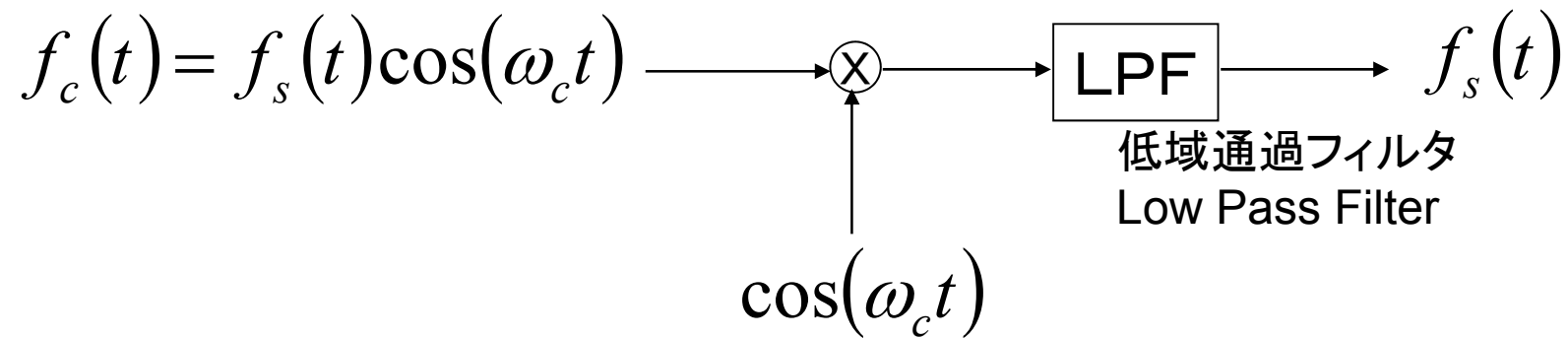
ベースバンド伝送



これを **周波数分割多重** という

AM波の復調

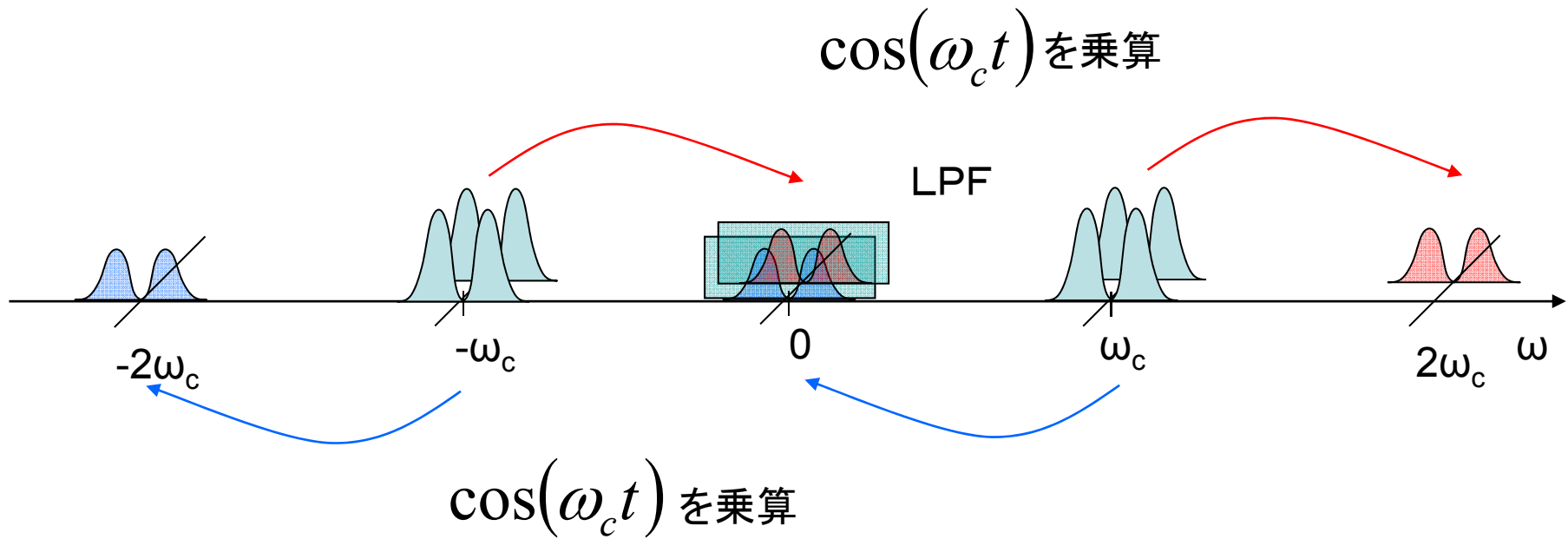
AM Demodulation



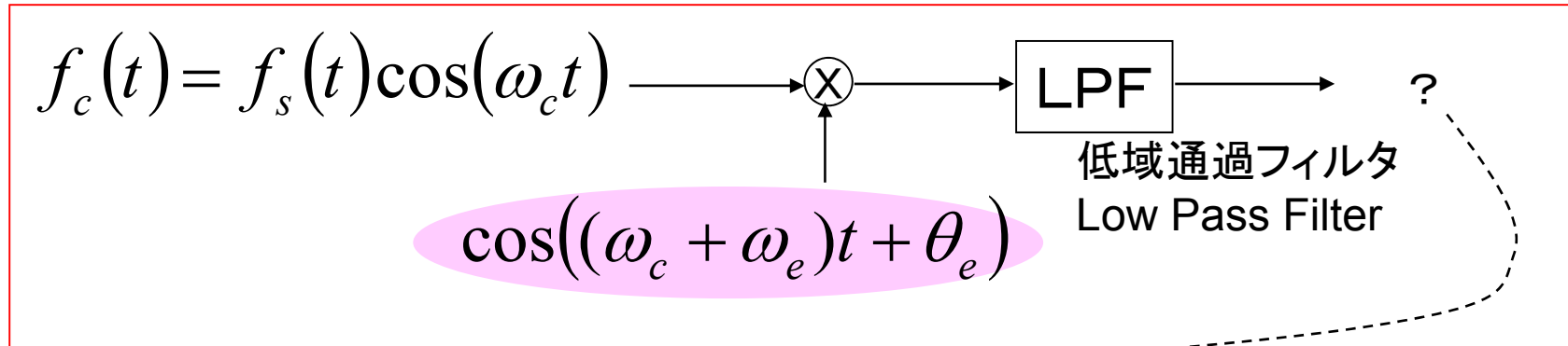
このような復調方法を特に同期検波 (Synchronous Demodulation) という。

「同期」とは正確に ω_c と同じ周波数の正弦波を復調側で作らなければならないということを意味する。

AM復調の原理



局部発信器 (Local Oscillator) に誤差が含まれると？



$$f_c(t)\cos((\omega_c + \omega_e)t + \theta_e)$$

$$= f_s(t)\cos(\omega_c t)\cos(\omega_c t + \omega_e t + \theta_e)$$

$$= \frac{1}{2} f_s(t) \{ \cos \theta_e'(t) + \cos(2\omega_c t + \theta_e'(t)) \}$$

$$= \frac{1}{2} f_s(t) \cos \theta_e'(t)$$

$\theta_e'(t)$ が一定となり、かつ $\cos \theta_e'(t) = 0$ とならないようにオシレータの出力を調整する必要あるが、容易ではない。

振幅変調の一般形

$$[f_c(t)]_{AM} = \underbrace{\{A_c + f_s(t)\}}_{\text{搬送波振幅}} \cos(\omega_c t + \underbrace{\theta_c}_{\text{位相オフセット}})$$

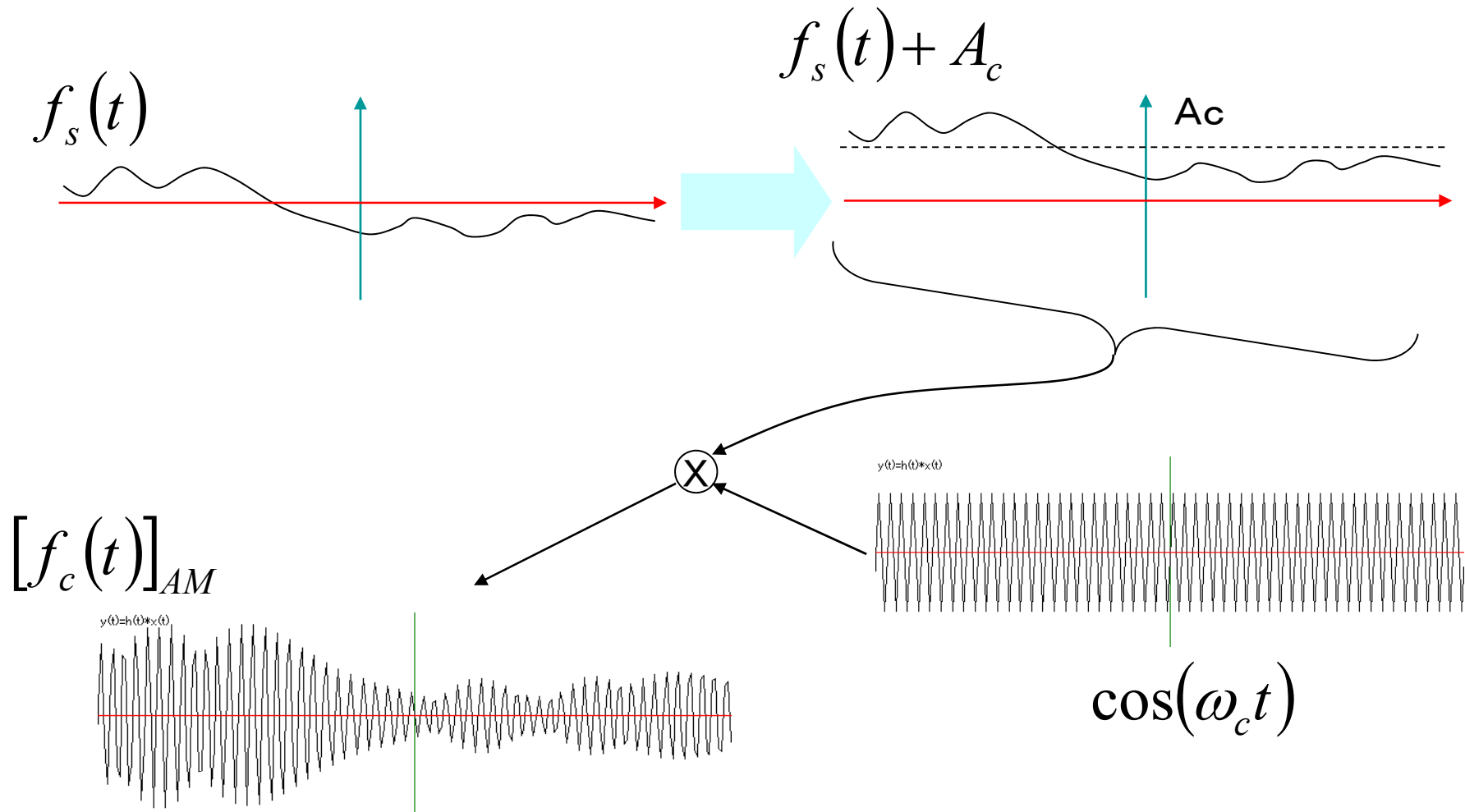
搬送波振幅

位相オフセット

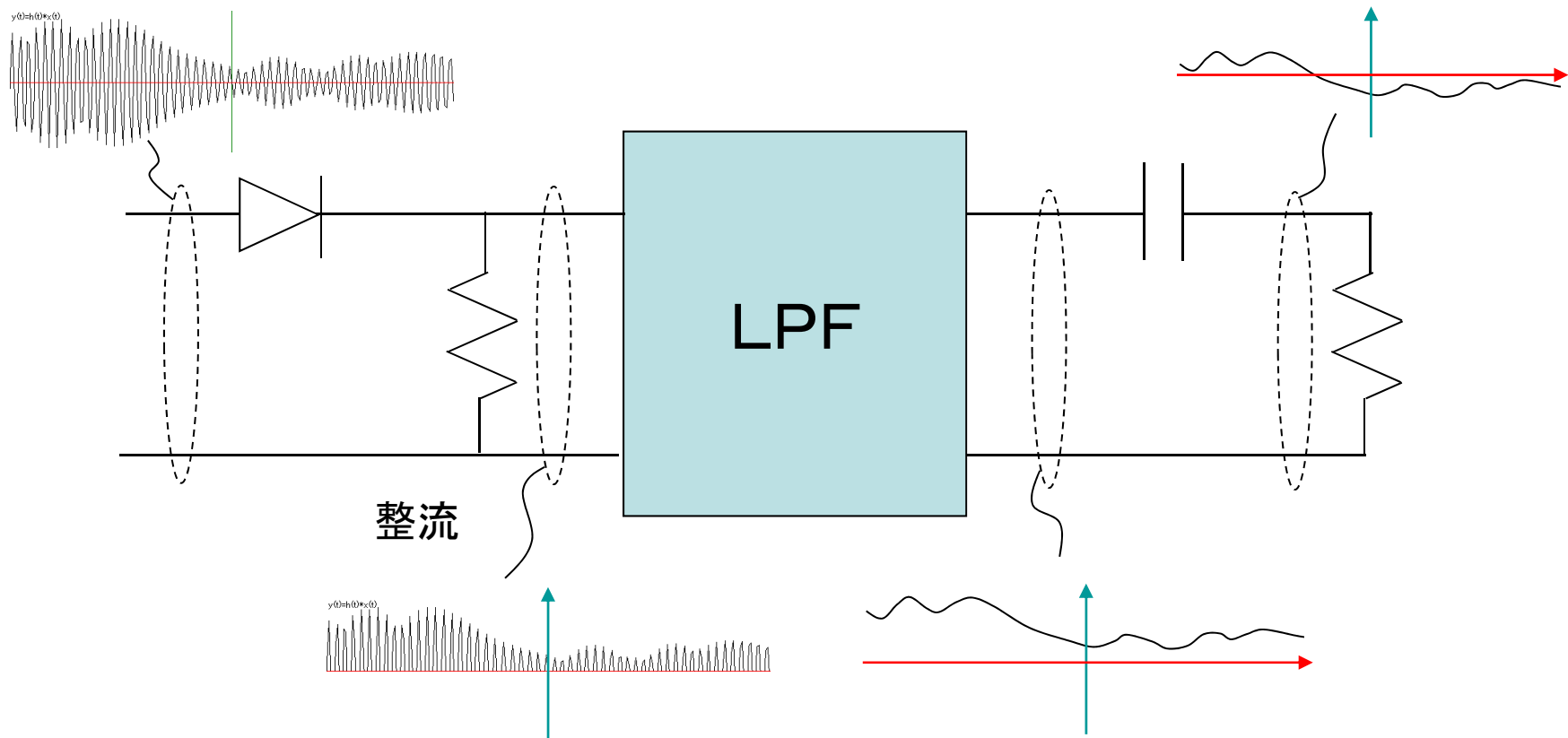
$$= \underbrace{A_c \cos(\omega_c t + \theta_c)}_{\text{搬送波}} + f_s(t) \cos(\omega_c t + \theta_c)$$

つまり、搬送波を足しているのである！

一般形AMの模式図



一般形AMの復調～整流検波



搬送波に正確な正弦波が必要ない。復調が簡単。

AM波の変調指数

$$m_{AM} = \frac{|f_s(t)|_{\max}}{A_c}$$

被変調波の最大振幅

搬送波の最大振幅

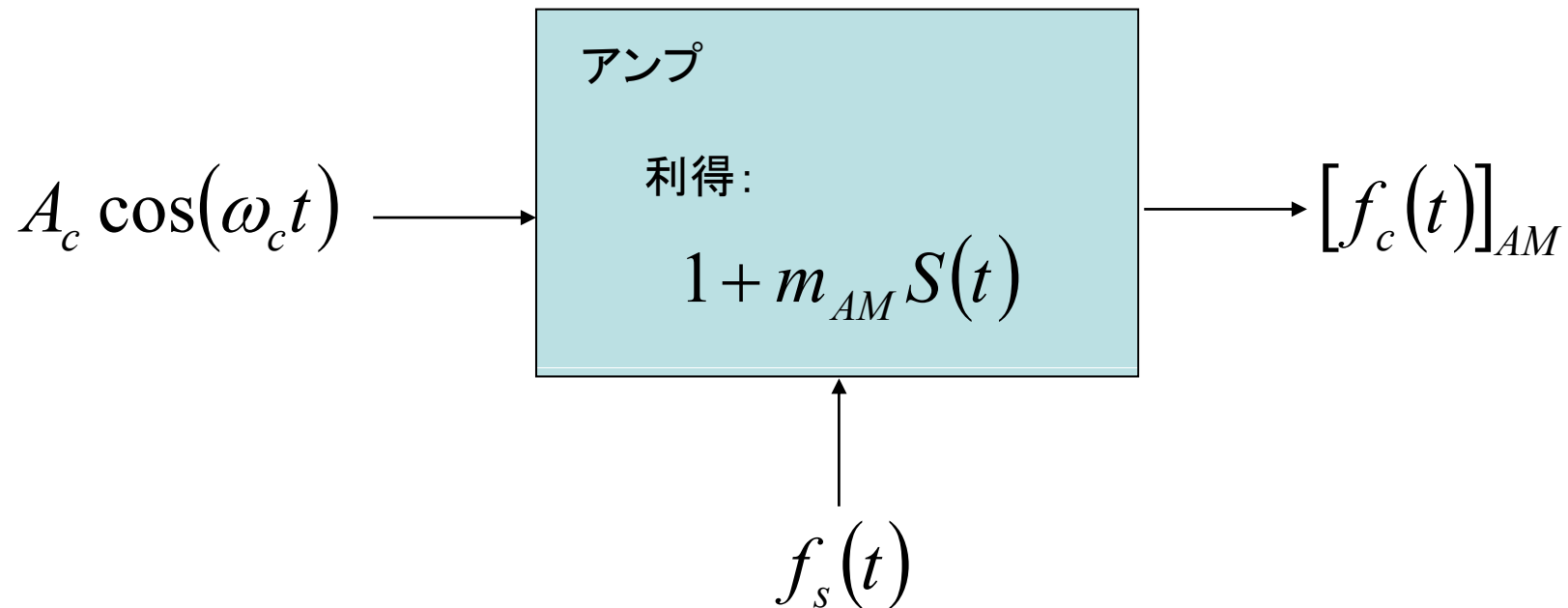
$$f_s(t) = |f_s(t)|_{\max} S(t) \quad \text{とおくと}$$

$$[f_c(t)]_{AM} = A_c \{1 + m_{AM} S(t)\} \cos(\omega_c t + \theta_c)$$

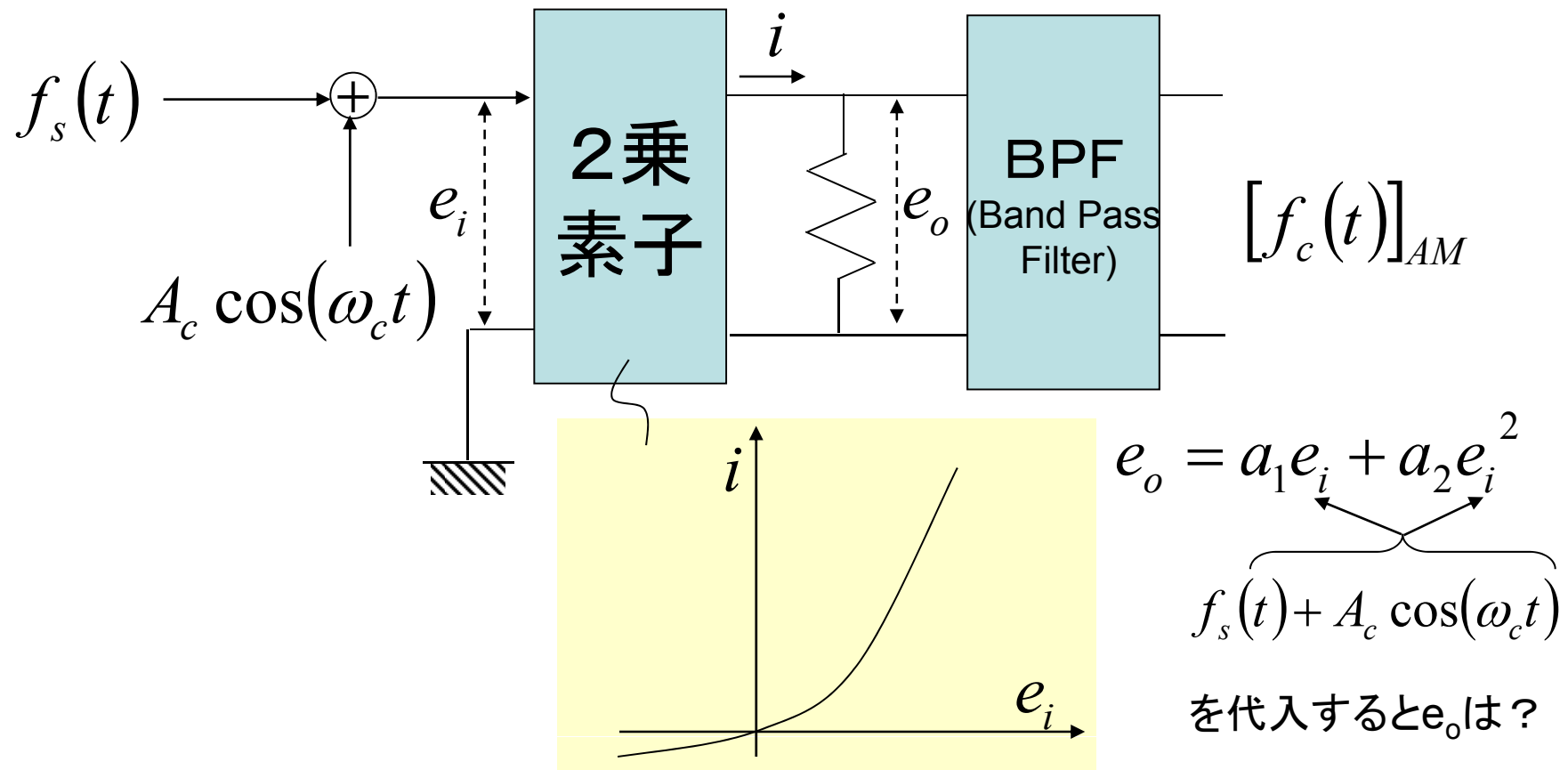
変調指数と変調波形

補助ツール

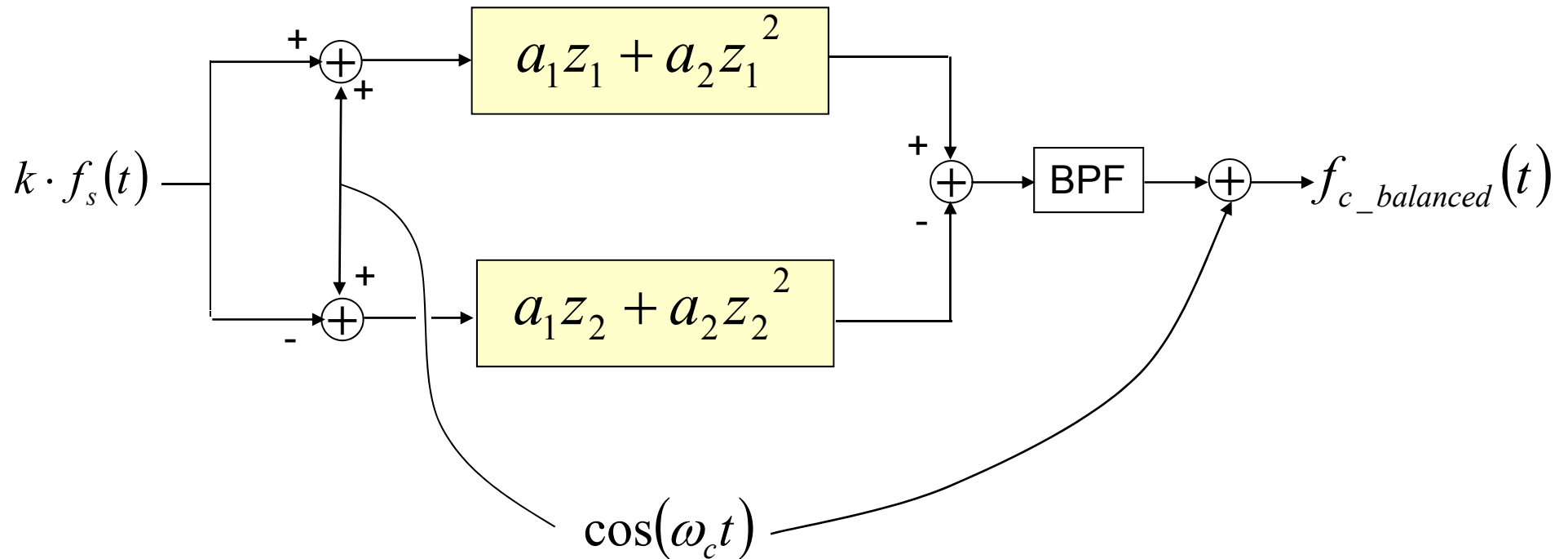
AM変調波の発生方法 ～周波数変換器を用いる方法



AM変調波の発生方法 ～2乗特性素子による方法

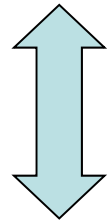


AM波の発生方法 ～平衡変調器を用いる方法



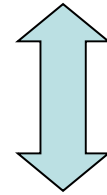
一般形AM波のスペクトル

$$[f_c(t)]_{AM} = \{A_c + f_s(t)\} \cos(\omega_c t + \theta_c)$$

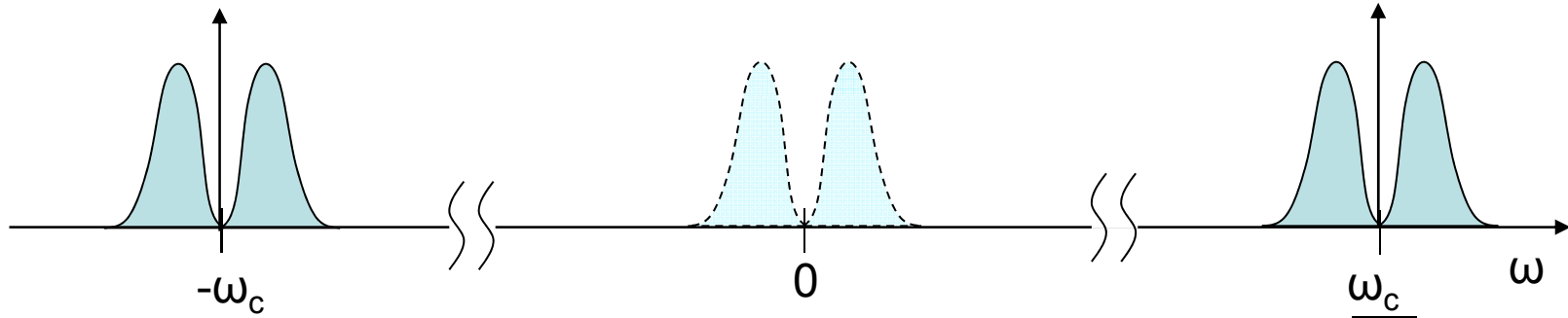


$$= A_c \cos(\omega_c t + \theta_c) + f_s(t) \cos(\omega_c t + \theta_c)$$

$$[F_c(\omega)]_{AM} =$$



$$A_c \pi [\delta(\omega - \omega_c) + \delta(\omega + \omega_c)] + \frac{1}{2} [F_s(\omega - \omega_c) + F_s(\omega + \omega_c)]$$



AM波の電力効率

板書にて解説