

High Data Rate UWB PHY Technology

2006년 6월 27일

(주)에이로직스

정성현

(shchung@alogics.com)



❖ 목차

◆ UWB 기술 개요

◆ 표준화 동향

◆ MBOA PHY 기술

◆ 개발 현황

◆ 시장 전망

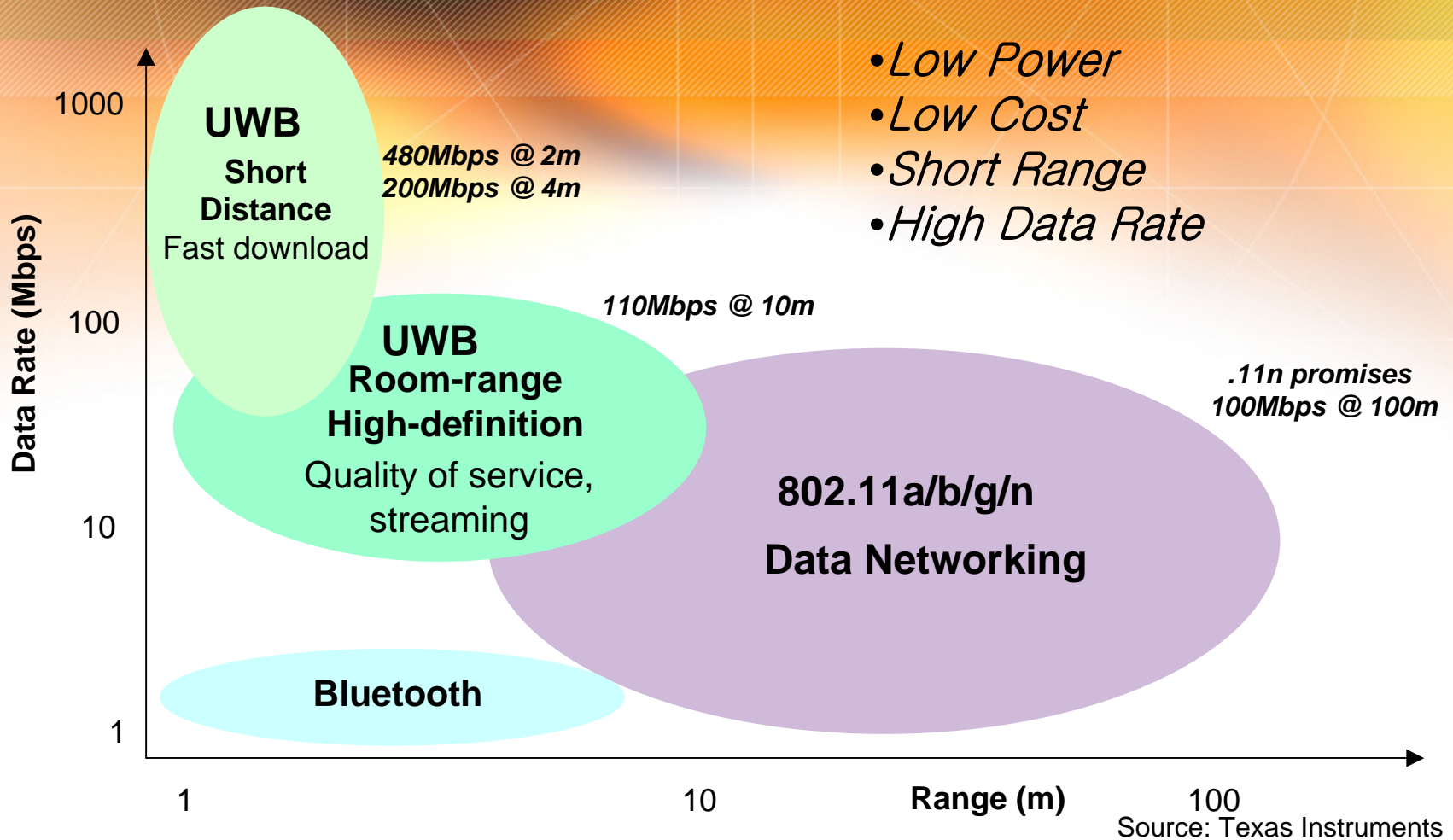
◆ UWB 기술 개요

- UWB 정의
- 관련 기술 비교
- UWB 기술 변화
- DS/MBOA 방식

❖ UWB(Ultra Wideband) 정의

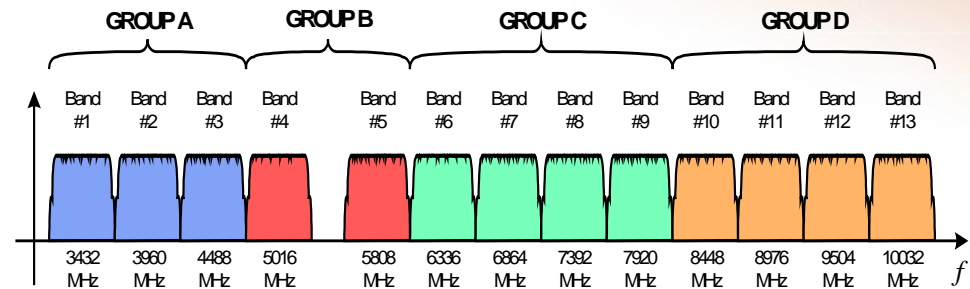
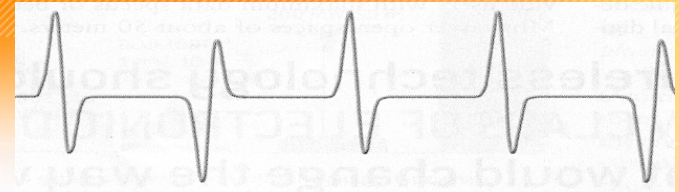
- UWB 정의
 - 기존 Narrow band 대비 500MHz 이상 대역폭 차지
 - 중심 주파수(BW/Carrier Frequency)가 20% 이상
 - 500MHz 이상 대역폭을 가진 기존 Carrier 변조 기술도 UWB 기술로 정의 가능
- UWB 특성
 - 반경 10m 이내 근거리
 - 근거리 무선 통신 기술 (WPAN)
 - 1Gbps 이상의 초고속 무선 전송
 - 고속, 고품질 멀티미디어 전송
 - Ultra-short pulse duration (order of nsec)
 - 국가별 전파 규정에 상대적 제약을 적게 받음
 - Ultra-low power spectral density
 - 휴대 단말 기기에 적합
 - Low interference to other communication signals

❖ 관련 기술 비교

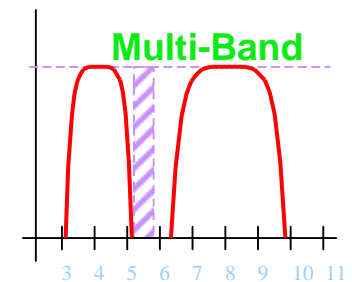


❖ UWB 기술 변화

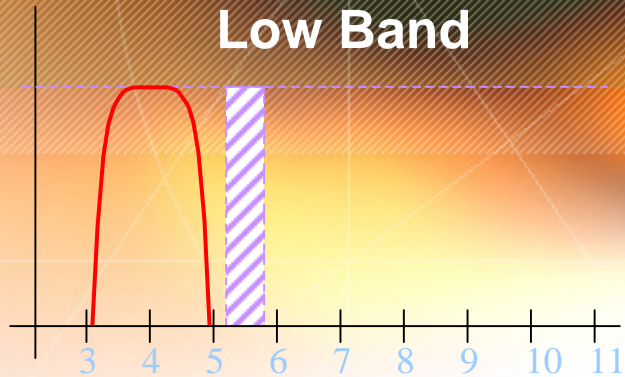
- 초기의 UWB 기술
 - Impulse communications
 - Ultra-short pulse duration
 - Pulse position modulation



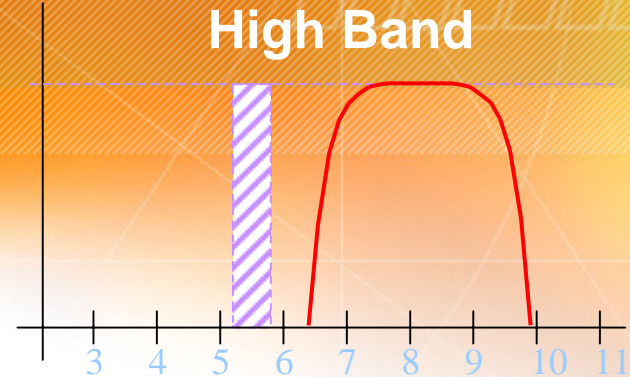
- 현재의 UWB 기술
 - Direct Sequence UWB (DS-UWB)
 - Multi-Band OFDM UWB (MBOA UWB)



❖ DS-UWB 방식

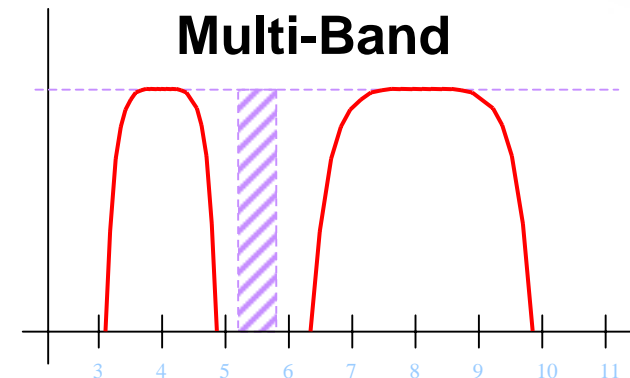


■ 3.1 ~ 4.9GHz



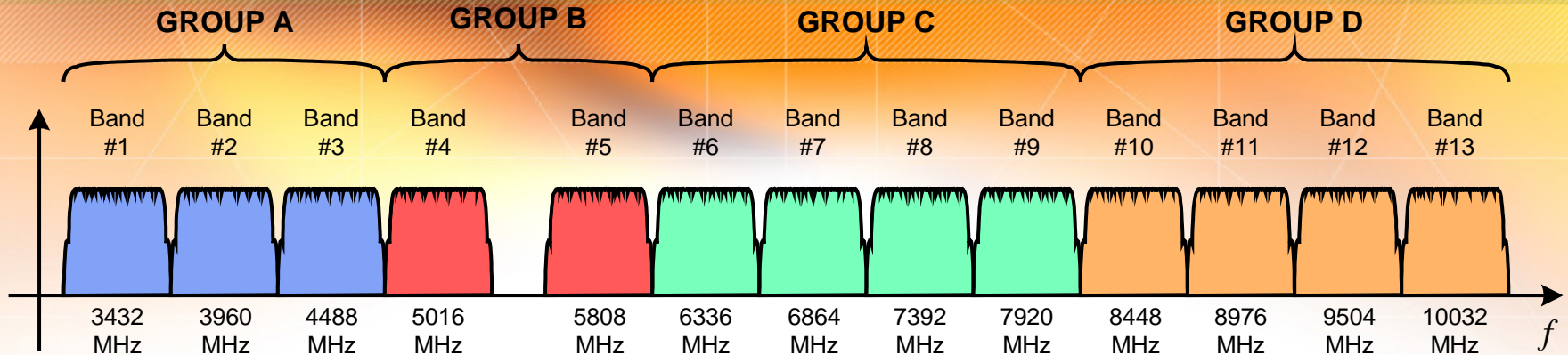
■ 6.2 ~ 9.7GHz

- Band
 - Low or High Band
 - Multi-Band
- Modulation
 - CDMA(M-BOK)



■ 3.1 ~ 4.9GHz + 6.2 ~ 9.7GHz

- Xtreamspectrum사 초기 제안
 - 현재는 UWB Forum의 Freescale, Motorola 사
- Low, High, and Dual 3개 Band
 - 3.1~4.9GHz (Required), 6.2~9.7GHz (Option)
 - 5GHz(NII) 대역 제외
- Modulation
 - CDMA/BPSK, 4-BOK
 - Rake receiver 구조
- Parameters
 - Data Rate : 28 ~ 1320 Mbps
 - FEC : 1/2, 3/4, 1
 - Code Length : 1 ~ 24



- Spectrum
 - 528MHz 대역의 4개 그룹, 13개 밴드
- Modulation
 - 128-point IFFT/FFT 이용한 OFDM Carrier 생성

- TISa 초기 제안
 - 15개사 이상의 Contributing Companies
- Band 3.1 ~ 10.6GHz
 - 528MHz 대역으로 분리
 - 3.1 ~ 4.8GHz (Mandaroty)
- Modulation
 - OFDM/QPSK,DCM
 - 128-point FFT/IFFT
- Parameters
 - Data rate : 53.3 ~ 480Mbps
 - FEC : 1/2, 1/3, 3/4, 5/8

❖ MBOA와 DS-UWB PHY 비교

	MBOA	DS-UWB
Frequency	14개 (BW: 528MHz) 3개 (3168~4758MHz: Mandatory)	2개 Low : 3.1 ~ 4.9 GHz High : 6.2 ~ 9.7 GHz
Modulation	OFDM(128FFT)/QPSK,DCM	CDMA/BPSK,4-BOK
FEC	Convolutional Code	Convolutional Code
Data Rate	53.3 ~ 480 Mbps 53.3 ~ 200Mbps: Mandatory	25.7Mbps ~ 1.32GHz
Multiple Access	FDM/TF Interleaving	FDM/CDM/TDM
Complexity	FFT/IFFT	Rake Receiver
Complexity	FFT/IFFT	Rake Receiver

◆ 표준화 동향

- UWB 표준화 동향
- 각국의 스펙트럼 마스크(안)
- UWB Forum
- WiMedia/MBOA Alliance
- WiMedia UWB Platform

- TG3a 발족
 - '03년 1월 고속WPAN용 Alternative PHY 표준 목표
 - 총 23개 제안서 접수
 - Xtreamspectrum(Freescale 인수) 진영 대 Intel 멀티밴드 진영
- 15.3a 표준화 중단
 - Multiband와 CDMA UWB 방식간의 투표
 - 단일 표준화 논의 중단 (75% 획득 실패)
 - 단일 표준 실패 이후 복수 표준 타협안 논의 합의 실패
 - 15.3a 표준화 중단 합의
- 독자 표준/상용화
 - WiMedia Alliance : Multiband OFDM UWB
 - UWB 포럼 : DS UWB
 - 시장 선점을 위한 독자 표준

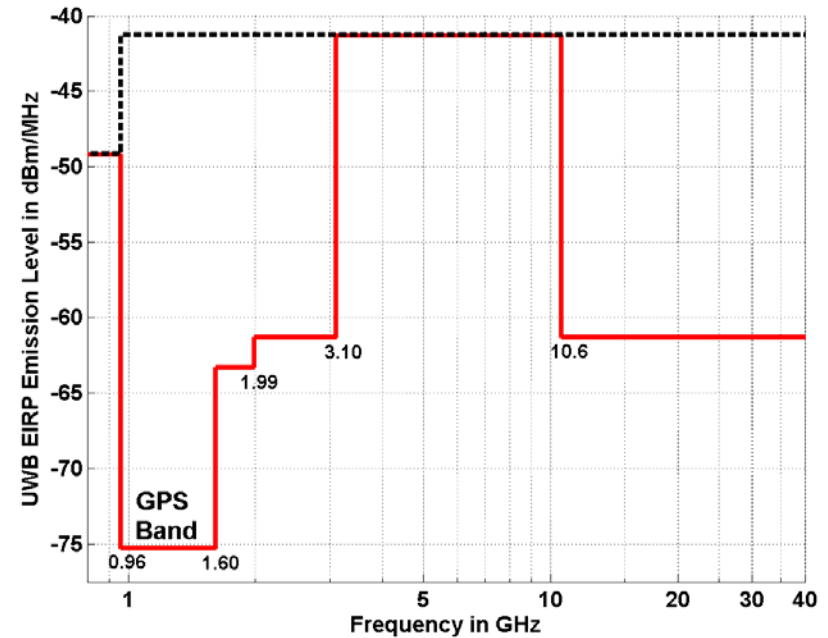
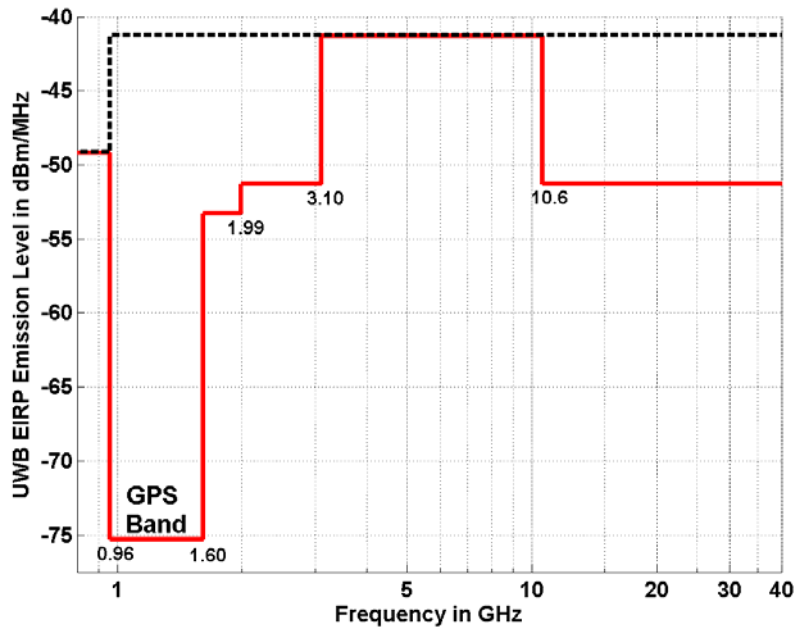
❖ 국내 UWB 주파수 정책 동향

- '06년 4월 UWB 주파수 공청회 개최
 - 3.1 ~ 4.8GHz Low Band 대역 할당 방안
 - 4.2 ~ 4.8GHz 대역 2010년까지 DAA 기술 적용 유
예 방안
 - 7.2 ~ 10.2GHz 대역 DAA 미적용 방안
- '06년 6월 UWB 주파수 확정 예정

❖ 미국 UWB 스펙트럼 마스크(안)

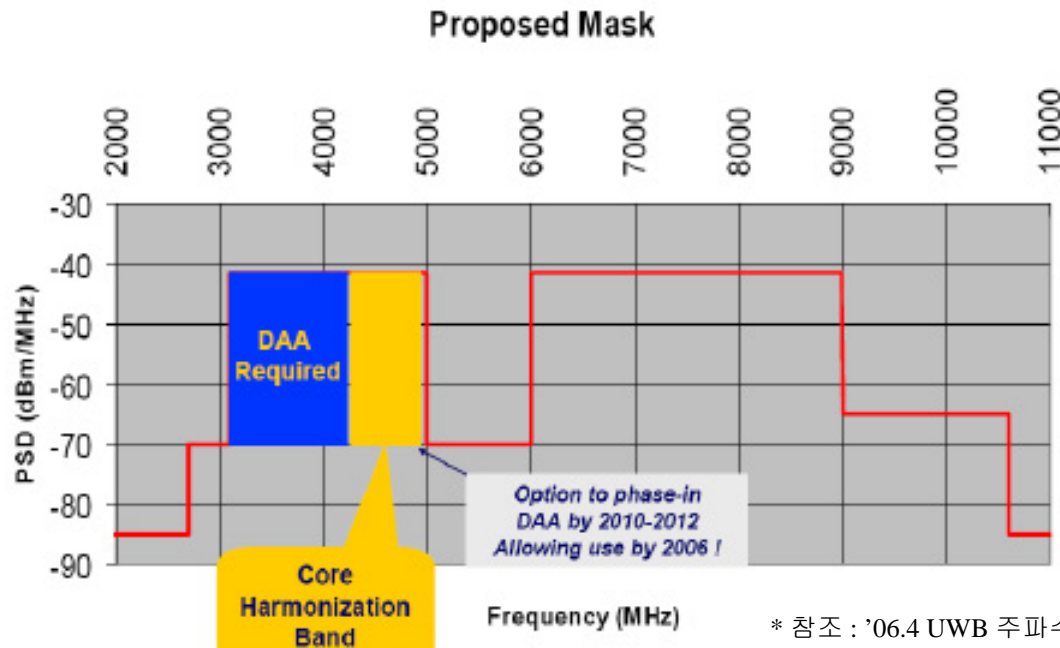
- Indoor Communications Systems

- Outdoor Communications Systems



❖ 유럽 UWB 스펙트럼 마스크(안)

- 3.1 ~ 4.9GHz : -41.3dBm/MHz with DAA(Detect and Avoid)
- 4.2 ~ 4.9GHz : without DAA until June 2010



* 참조 : '06.4 UWB 주파수 공청회 자료

❖ 일본 UWB 스펙트럼 마스크(안)

- 3.4 ~ 4.8GHz : -41.3dBm/MHz with DAA
- 4.2 ~ 4.8GHz : without DAA until December 2008

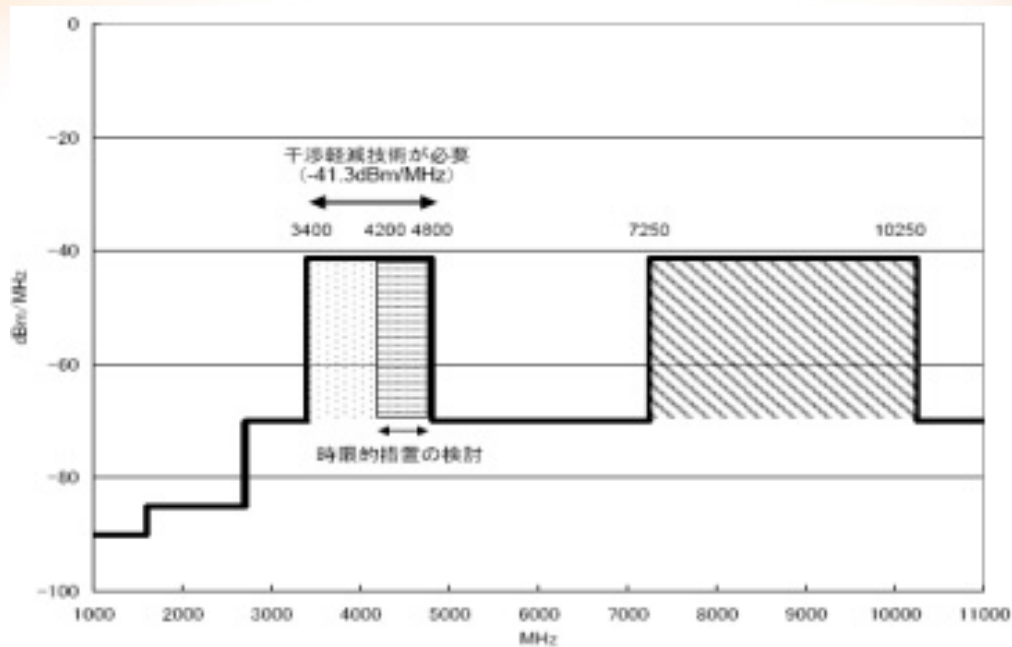


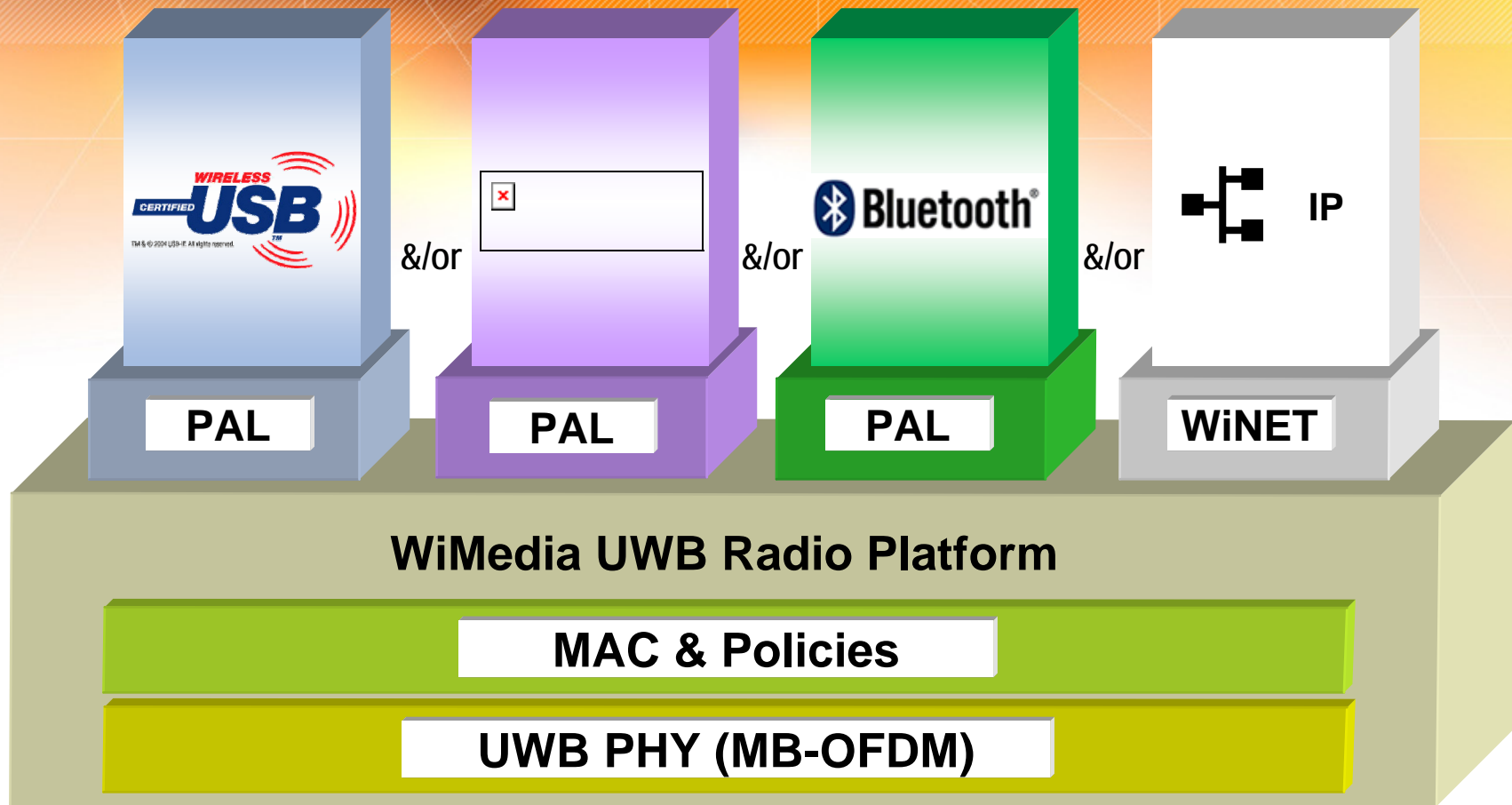
図 4-1-1 暫定電カマスク * 참조 : '06.4 UWB 주파수 공청회 자료

- UWB Forum (www.uwbforum.org)
 - 2004년 포럼 결성
 - 100여개 업체/학계로 구성
 - Motorola & Freescale 주축
 - DS-UWB 방식에 주력
 - 관련 주파수 대역
 - 960MHz, 3.1~10.6GHz, 22~26GHz, 60GHz

- WiMedia Alliance (www.wimedia.org)
 - 2002년 Alliance 결성
 - 2005년 MBOA Alliance와 결합
 - 170여개 업체로 구성
 - Intel, TI 등 주요 CE 업체
 - 다양한 응용과 통합
 - Wireless USB, Wireless 1394 TA, Bluetooth SIG
 - 표준 확정
 - 2005년 PHY, MAC, MAC-PHY I/F
- Commercial UWB Standards
 - Released by ECMA International (U.S only)
 - PHY & MAC standard (ECMA-368)
 - MAC-PHY I/F standard (ECMA-369)

❖ WiMedia UWB Platform

- *Application : Wireless USB, Wireless 1394, Bluetooth SIG, IP, ...*



PAL: Protocol Adaptation Layer

- December, 2005
 - PHY & MAC Standard V1.0 Released
 - MAC-PHY Interface Standard V1.0 Released
- The WiMedia Interoperability event
 - tentatively scheduled for March 27, 2006.
- The WiMedia Alliance Member Meeting
 - June 27-30, 2006 at the Hyatt Regency Cambridge in Cambridge, Massachusetts, USA.
- Bluetooth SIG
 - Bluetooth® Wireless Technology over UWB
 - Demonstrated at Bluetooth SIG All Hands Meeting (Seattle March 28, 2006)

◆ MBOA PHY 기술

- WiMedia PHY 규격
- PHY 구조
- Tx/Rx 구조
- PHY 기술 이슈

❖ PHY 규격 – CM vs Range

- Channel Model : CM1 ~ CM4
- Range Spec. : <10m for 100Mbps, <4m for 200Mbps, <2m for 480Mbps

Range (Mbps)	AWGN	LOS:0-4 m	NLOS:0-4 m	NLOS:4-10 m	RMS Delay Spread: 25 ns CM4
		CM1	CM2	CM3	
110	21.4 m	12.0 m	12.0 m	11.5 m	10.9 m
200	14.6 m	7.4 m	7.1 m	7.5 m	6.6 m
480	9.3 m	3.2 m	3.0 m	N/A	N/A

(PER of 8% for a 90% link success probability)

❖ PHY 규격 - parameters

* MBOA PHY Spec. Release 1.1 기준

- Modulation : 53.3 ~ 200Mbps : QPSK, 320 ~ 480Mbps : DCM
- Interleaving depth : 6 symbols

TABLE 6-1. PSDU rate-dependent parameters

Data Rate (Mb/s)	Modulation	Coding Rate (R)	FDS	TDS	Coded Bits / 6 OFDM Symbol (N_{CBP6S})	Info Bits / 6 OFDM Symbol (N_{IBP6S})
53.3	QPSK	1/3	YES	YES	300	100
80	QPSK	1/2	YES	YES	300	150
106.7	QPSK	1/3	NO	YES	600	200
160	QPSK	1/2	NO	YES	600	300
200	QPSK	5/8	NO	YES	600	375
320	DCM	1/2	NO	NO	1200	600
400	DCM	5/8	NO	NO	1200	750
480	DCM	3/4	NO	NO	1200	900

❖ PHY 규격 - parameters

- Sampling frequency : 528Mhz, FFT size : 128
- Total number of samples per symbol : 165 (구현 이슈)

TABLE 6-2. Timing-related parameters

Parameter	Description	Value
f_s	Sampling frequency	528 MHz
N_{FFT}	Total number of subcarriers (FFT size)	128
N_D	Number of data subcarriers	100
N_P	Number of pilot subcarriers	12
N_G	Number of guard subcarriers	10
N_T	Total number of subcarriers used	122 ($= N_D + N_P + N_G$)
Δ_f	Subcarrier frequency spacing	4.125 MHz ($= f_s / N_{FFT}$)
T_{FFT}	IFFT and FFT period	242.42 ns (Δ_f^{-1})
N_{ZPS}	Number of samples in zero-padded suffix	37
T_{ZPS}	Zero-padded suffix duration in time	70.08 ns ($= N_{ZPS} / f_s$)
T_{SYM}	Symbol interval	312.5 ns ($= T_{FFT} + T_{ZPS}$)
F_{SYM}	Symbol rate	3.2 MHz ($= T_{SYM}^{-1}$)
N_{SYM}	Total number of samples per symbol	165 ($= N_{FFT} + N_{ZPS}$)

❖ PHY 규격 - parameters

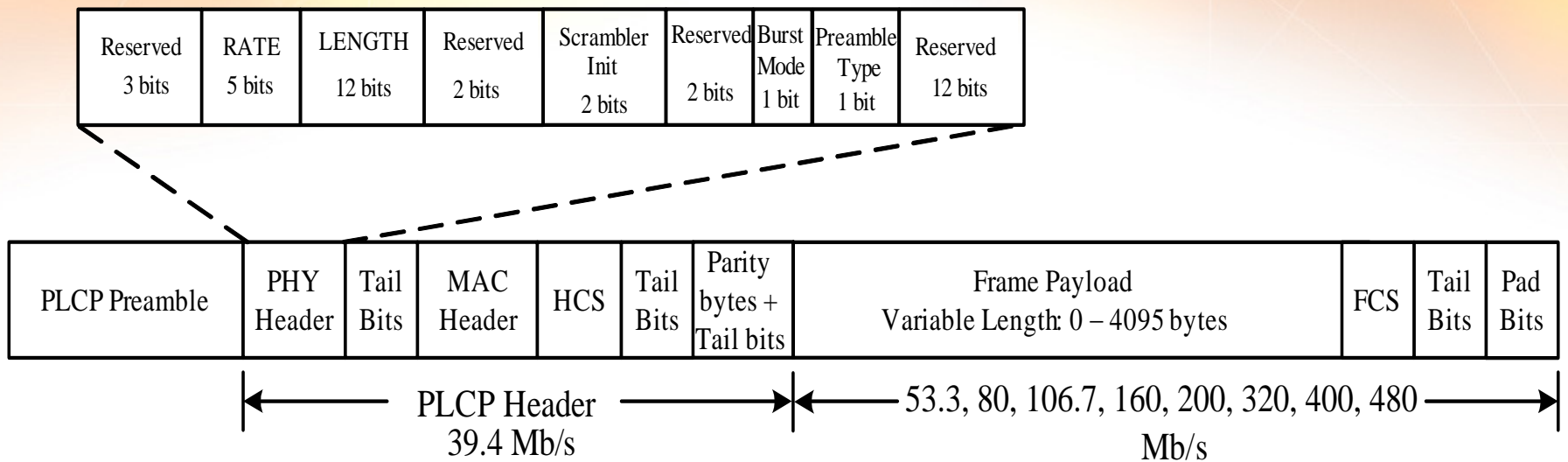
- Sync. Sequence standard (7.5us) burst (3.75us)
- CE Sequence 6 symbols (1.875us)

TABLE 6-3. Frame-related parameters

Parameter	Description	Value
N_{pf}	Number of symbols in the packet/frame synchronization sequence	Standard Preamble: 24 Burst Preamble: 12
T_{pf}	Duration of the packet/frame synchronization sequence	Standard Preamble: 7.5 μ s Burst Preamble: 3.75 μ s
N_{ce}	Number of symbols in the channel estimation sequence	6
T_{ce}	Duration of the channel estimation sequence	1.875 μ s
N_{sync}	Number of symbols in the PLCP Preamble	Standard Preamble: 30 Burst Preamble: 18
T_{sync}	Duration of the PLCP Preamble	Standard Preamble: 9.375 μ s Burst Preamble: 5.625 μ s
N_{hdr}	Number of symbols in the PLCP Header	12
T_{hdr}	Duration of the PLCP Header	3.75 μ s
N_{frame}	Number of symbols in the PSDU	$6 \times \left\lceil \frac{8 \times \text{LENGTH} + 38}{N_{IBP6S}} \right\rceil$
T_{frame}	Duration for the PSDU	$6 \times \left\lceil \frac{8 \times \text{LENGTH} + 38}{N_{IBP6S}} \right\rceil \times T_{SYM}$
N_{packet}	Total number of symbols in the packet	$N_{sync} + N_{hdr} + N_{frame}$
T_{packet}	Duration of the packet	$(N_{sync} + N_{hdr} + N_{frame}) \times T_{SYM}$

❖ PHY 규격 - PLCP frame format

- *Scrambled and RS Encoded PLCP Header*
Parity bytes : Shortened Reed-Solomon code (23, 17)



* V0.95 기준

❖ PHY 규격 – preamble format

- *Packet/frame Synchronization*
- *Channel Estimation*

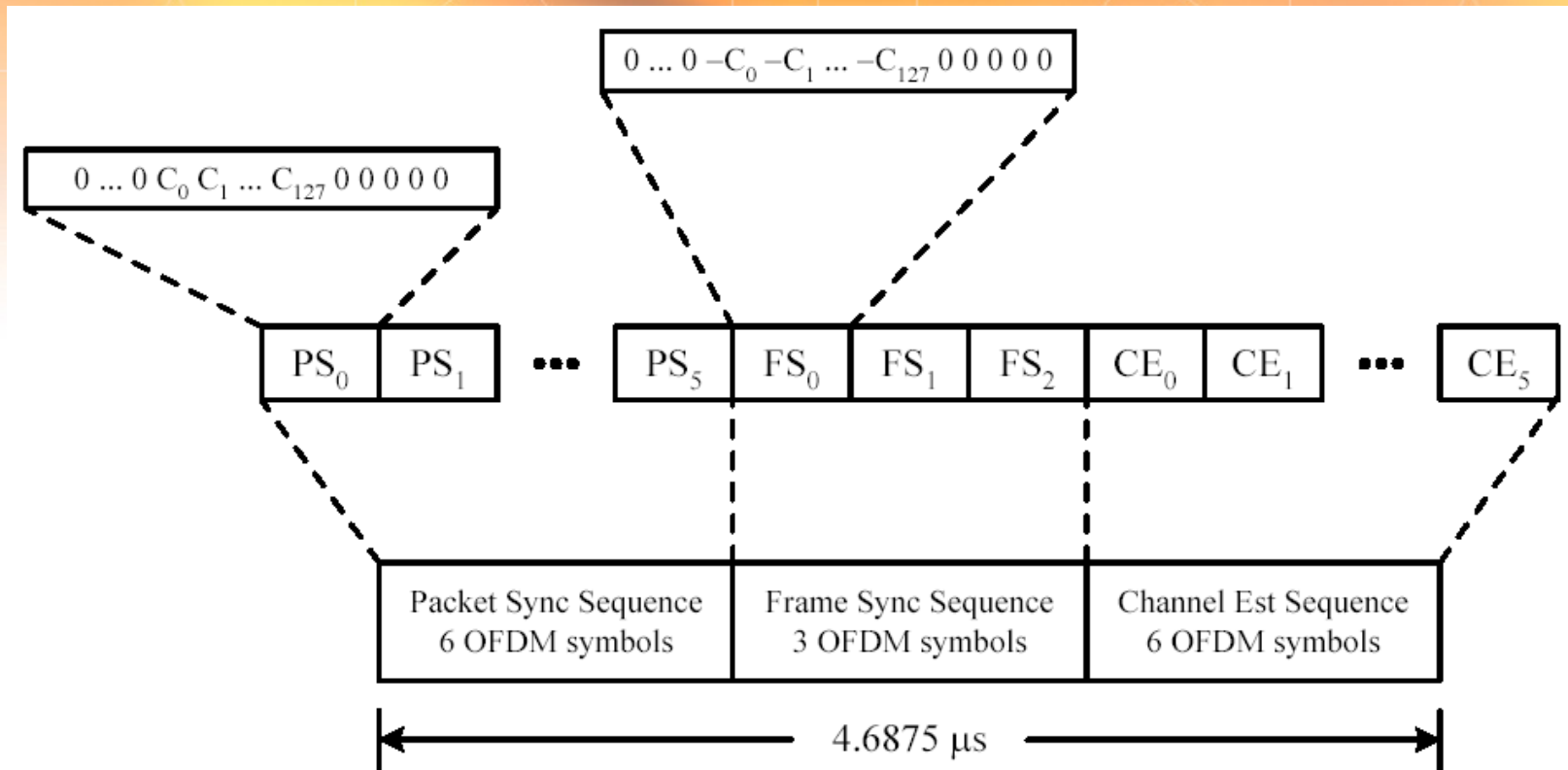
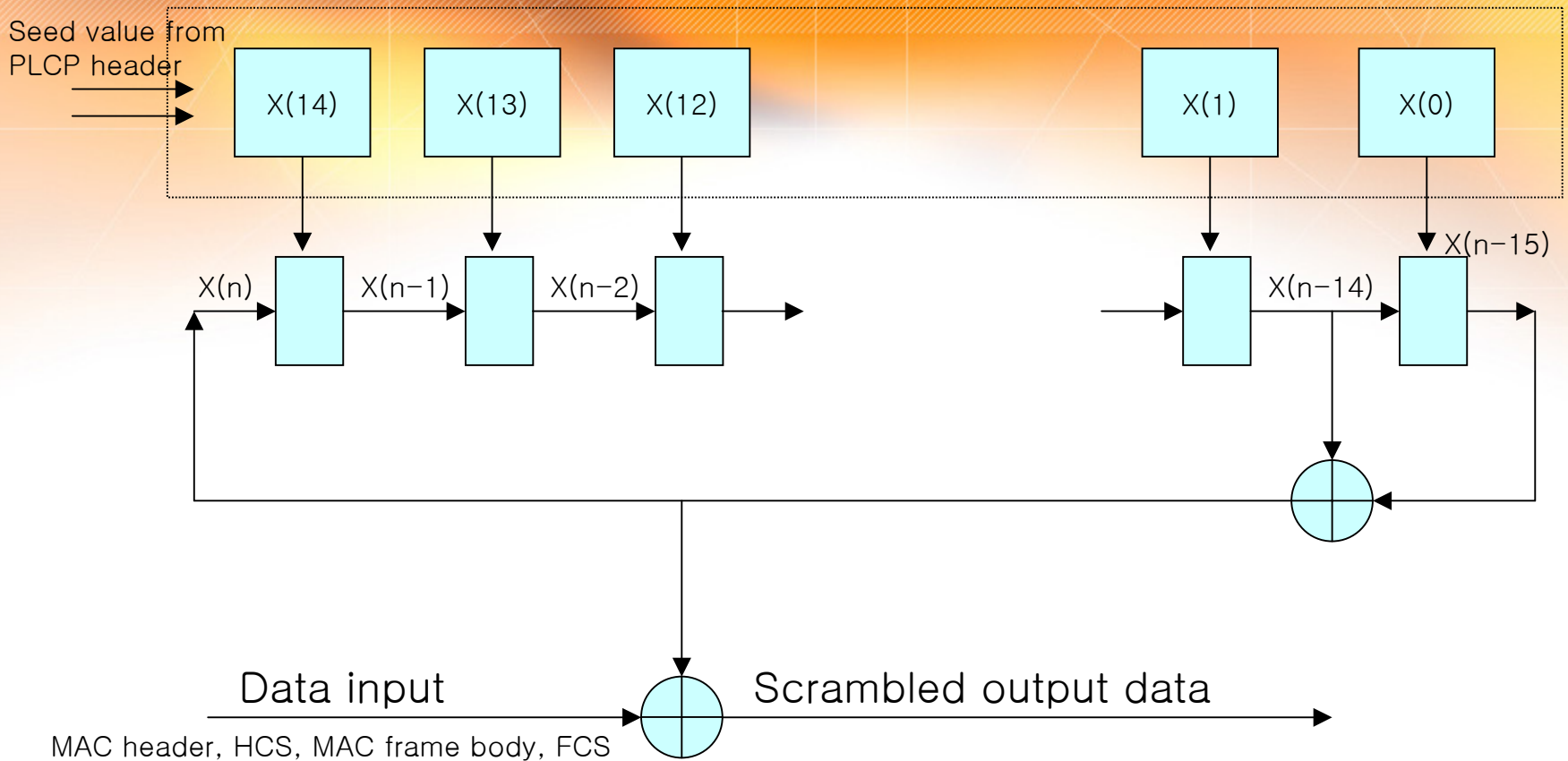


Figure 4 – Streaming-mode PLCP preamble format for a Mode 1 device

❖ Tx 구조 – data scrambler

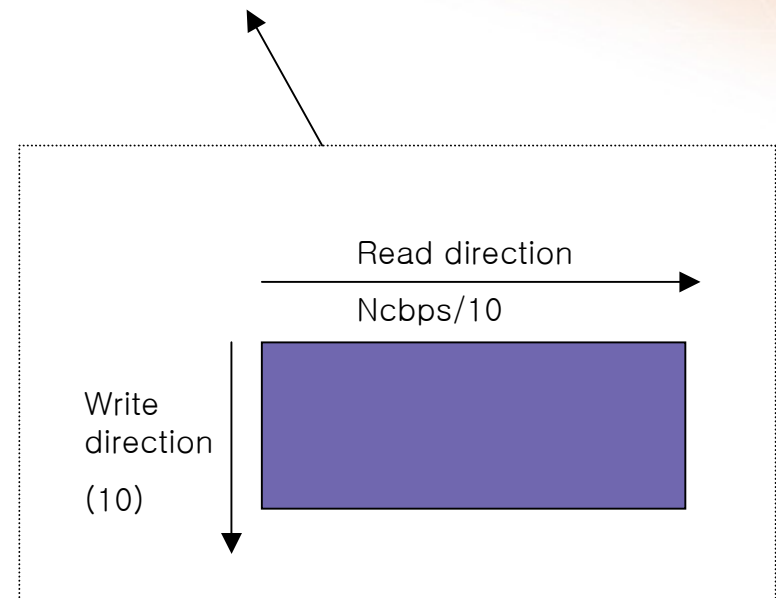
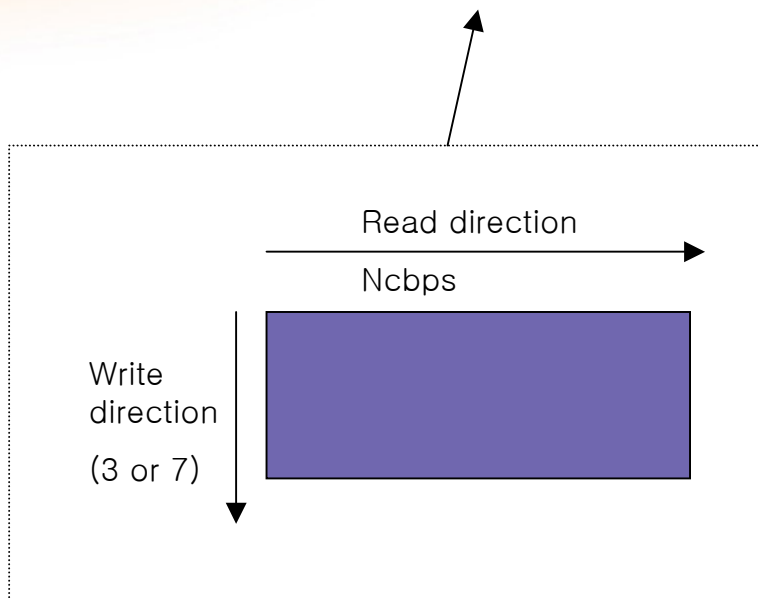
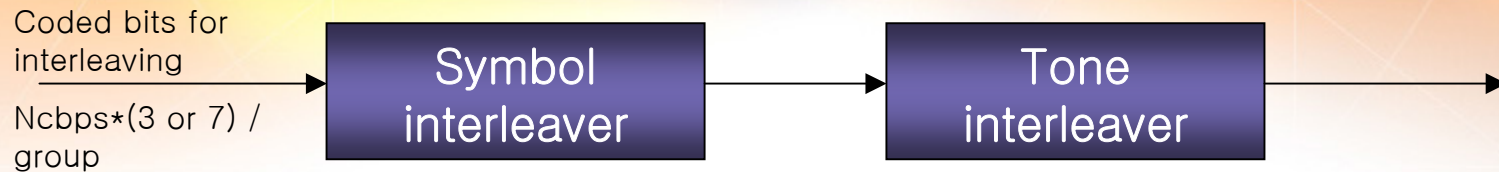
• Tail bits are NOT scrambled.



Tail bits are not scrambled.

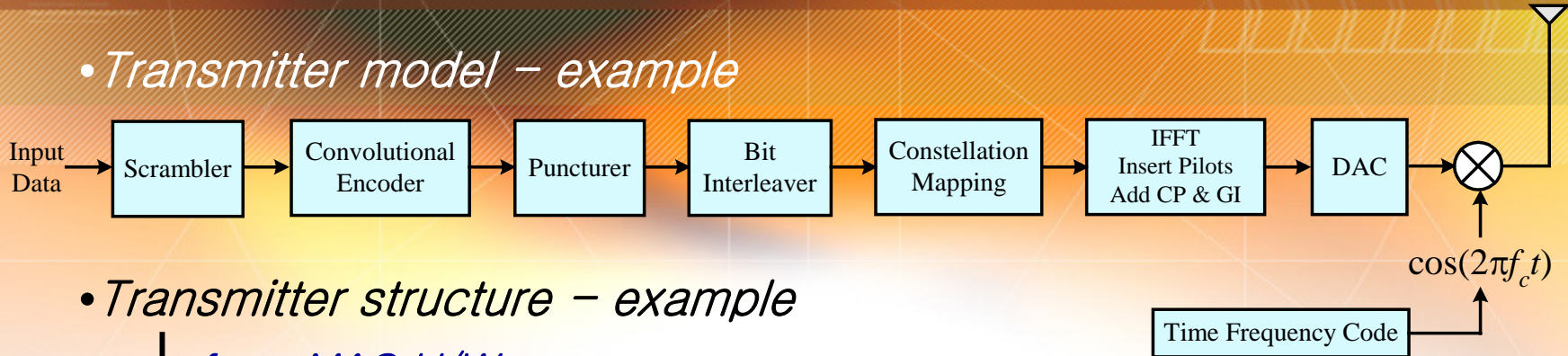
❖ Tx 구조 – bit interleaver

- OFDM symbol interleaving followed by tone interleaving

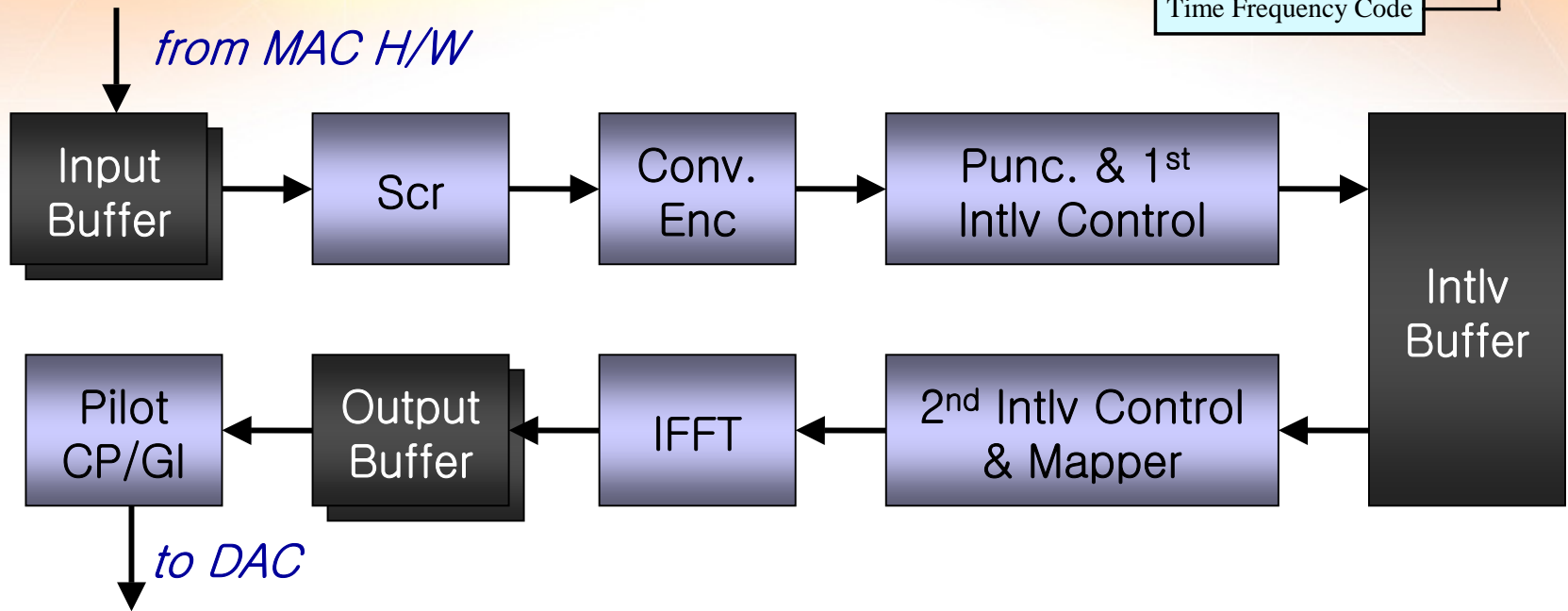


❖ Tx 구조 - Transmitter

• Transmitter model – example



• Transmitter structure – example



❖ Rx 구조 – receiver algorithms

- *Sync. Acquisition Algorithms*

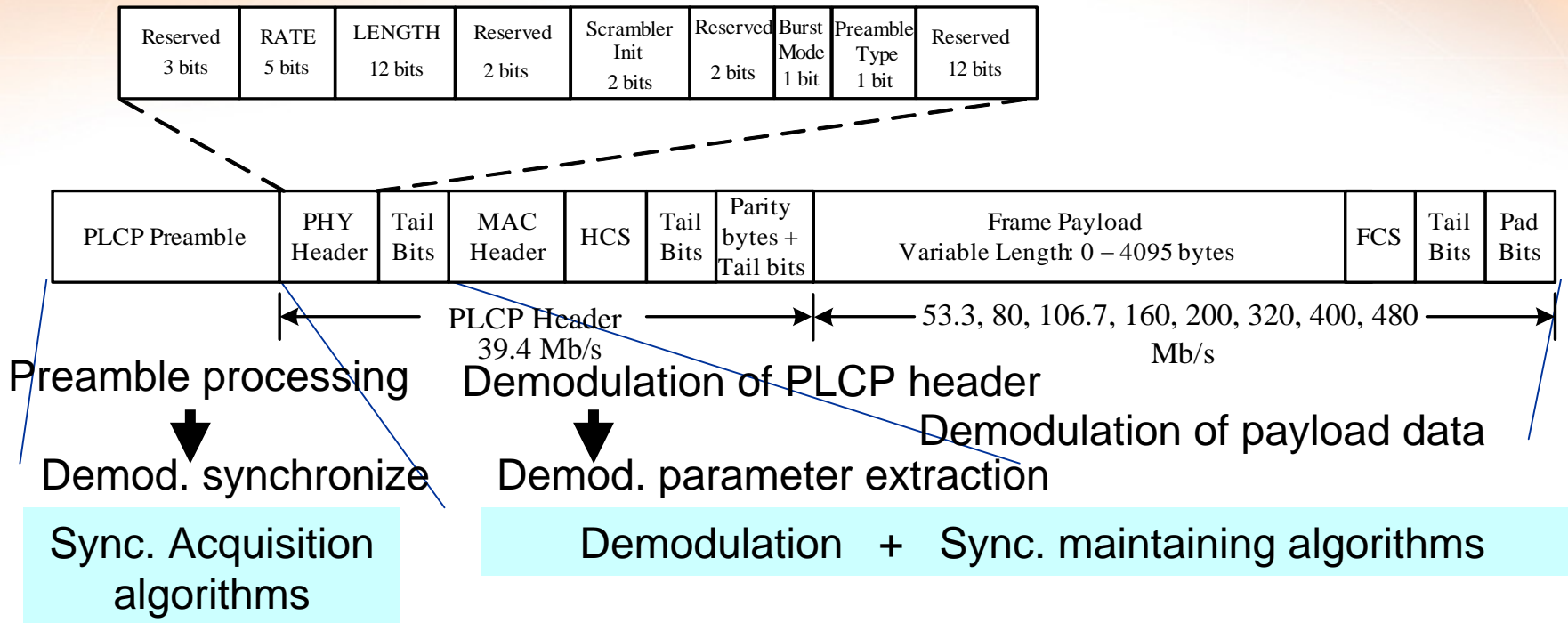
Signal/Packet detection, Frame boundary detection

AGC, I/Q mismatch compensation

Frequency offset estimation(Coarse/Fine), Channel estimation

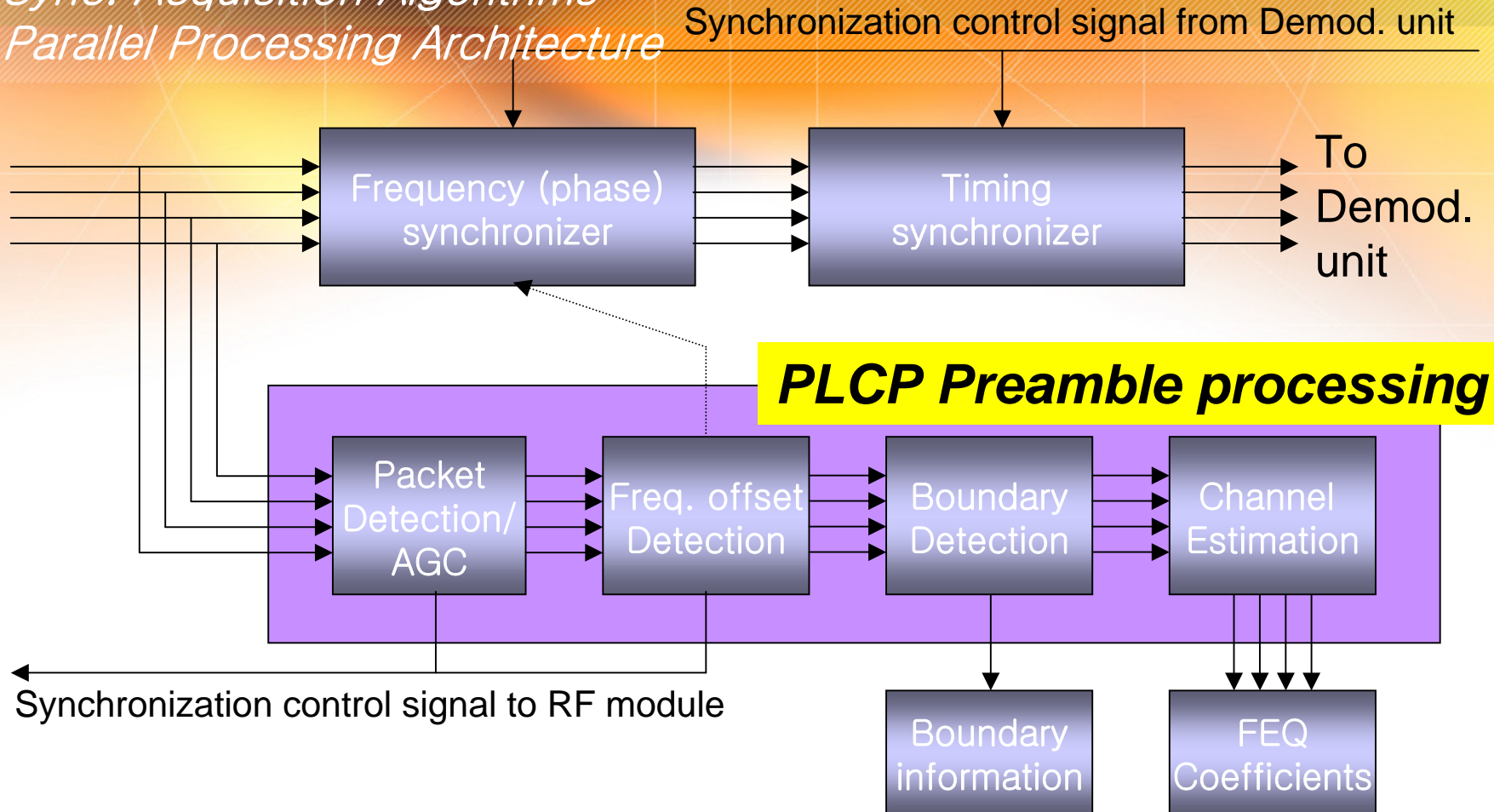
- *Sync. Maintaining Algorithms*

Carrier tracking, Time tracking



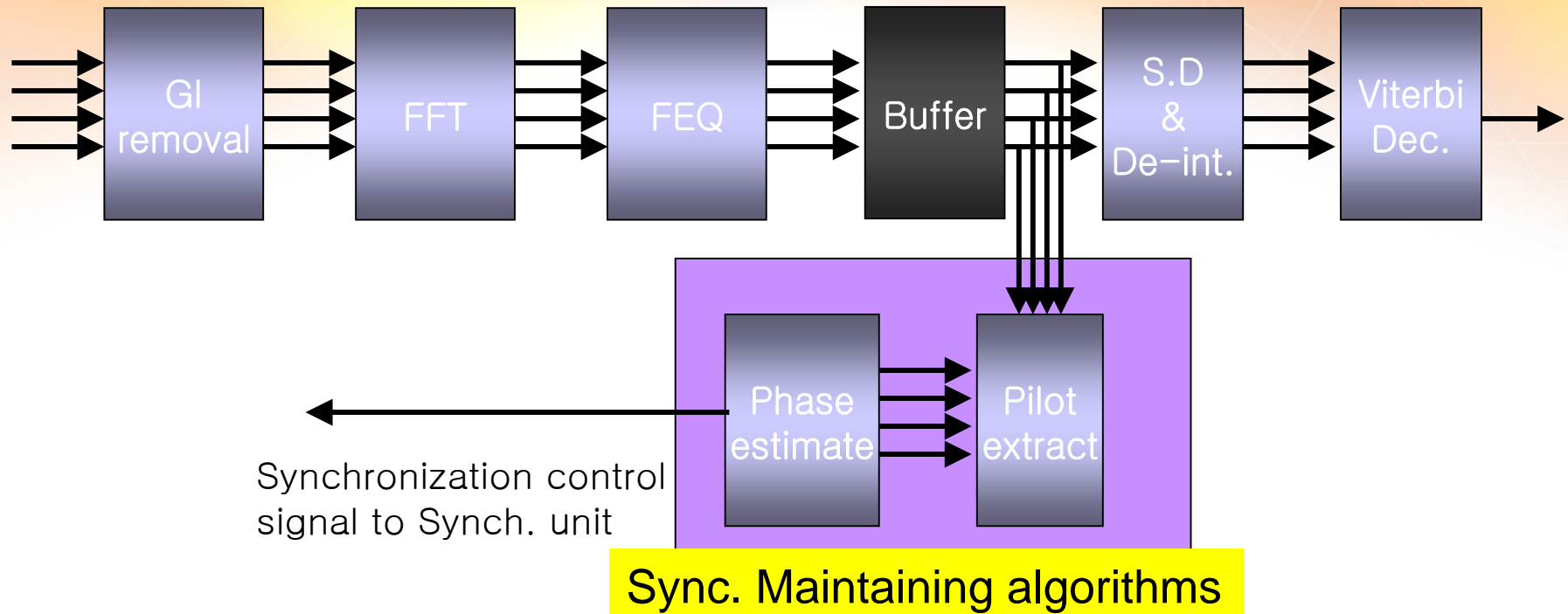
❖ Rx 구조 – preamble processing

- Sync. Acquisition Algorithms
- Parallel Processing Architecture



❖ Rx 구조 – Demod. preprocessing

- *Payload Demodulation*
- *Sync. Maintaining Algorithms*
- *Parallel Processing Architecture*



- DAA 채택
 - 4G/BFWA 주파수와 간섭 최소화 요구
 - 2008년/2010년 이후 Low Band 대역에 의무적으로 채용
- DFS(Dynamic Frequency Selection)
 - DAA(Detect and Avoid) 유사 기술로 802.11h에 정의
 - 802.11a 표준 반영되었으나 상용 제품 출시는 미미한 상태
- DAA(Detect and Avoid) 기술구현 이슈
 - Detection of signals of interest
 - 4G or BFWA (WiMAX/802.16e) : 3.1 ~ 5GHz
 - Cooperative detection → Devices should help detection.
 - Decide what signals to avoid
 - PNC(Piconet Controller) decide
 - Implement avoidance
 - PNC instructs devices on channel usage and avoidance

- MBOA 수신기
 - FFT를 이용한 Spectrum analyzer 기능
 - 신호의 에너지를 검출할 수 있는 Channelized Radiometer 기능
- Avoid 수행
 - 부 반송파에서 “incumbent” 신호가 검출되면 해당 부 반송파 신호를 “nulling” 하거나 emission level을 낮춤
 - Ref. : Lehtomaki, Janne, “Performance Comparison Of Multichannel Energy Detector Output Processing Methods”, Signal Processing and Its Applications, 2003. Proceedings. Seventh International Symposium on Volume 1, 1-4 July 2003 Page(s):261 - 264 vol.1.

- 개별 기능별 목표
 - RF 칩 : BiCMOS 공정 → CMOS 공정
⇒ 디지털 칩과 통합 SoC 지향
 - BB 칩 : 0.13um 공정 → 90nm 공정
⇒ 휴대 단말용 저 전력 지향
 - MAC 칩 : HW-MAC + SW-MAC SoC
⇒ 고속 데이터 처리 및 Throughput 성능 향상
- 칩 통합
 - RF/BB/MAC 3 칩 솔루션
 - (RF+BB, MAC)/(RF, BB+MAC) 2 칩 솔루션
 - (RF+BB+MAC) 1 칩 솔루션 (SoC/SiP)
 - RF 칩과 디지털 칩을 단일 패키지 가능

- High Band 대응 RF 상용 기술
 - 현재 Low Band 위주 시제품 출시
 - DAA 기술 적용 및 High Band 제품 상용화 필수
- 고속 ADC/DAC
 - 베이스밴드 샘플링 주파수 528MHz 대응
- 회로 복잡도
 - FFT/IFFT 회로 복잡도 및 저 전력 설계 필요
- 병렬처리 구조
 - 현재 반도체 공정으로 칩 구현시 동작 클럭과 회로 복잡도를 낮추고 저 전력 구현
 - 병렬 처리 알고리즘 및 구조 설계 필요

◆ 개발 현황

- 국외 개발 현황
- 국내 개발 현황

- DS UWB 계열
 - Freescale
 - 110M 급 RF+BB+MAC 칩셋 개발
 - 디지털 미디어 제품 개발 업체에 칩셋 제공 제품 개발 중
 - 미국 HDTV에 적용 응용 제품 출시 준비 중
- MBOA 계열
 - Alereon, Wisair, Staccato, ...
 - 3 칩 또는 2 칩 솔루션(일부 1 칩 솔루션은 Single Package 로 보여짐)
 - 480M 개발 업체의 성능 확인 불가(현재까지는 100M 급 이하 Streaming 시연이 주류임)
 - MAC & PHY 성능 개선에 주력
 - RF 칩은 BiCMOS에서 CMOS 공정으로 변환 개발 중
 - Intel 중심으로 Wireless USB 시제품 개발 진행 중
 - Bluetooth SIG 중심으로 블루투스 응용 프로파일 적용 개발 중

- ETRI

- '02년부터 MBOA & DS 방식 개발 착수
- MBOA V0.7 칩셋 개발(SAIT 공동) 및 DS-UWB 칩셋 개발
- 한국 UWB 포럼 주관하며 국내 주파수 효율적 이용에 관한 연구
- 표준화 활동 및 국제 Forum/Alliance에 적극적 활동 중

- 삼성전자

- 삼성종합기술원에서 MBOA 상용 칩셋 개발 중
- DS 방식 칩셋을 디지털 미디어 제품에 적용 개발 중
- HDTV 등 디지털 가전기기에 적용 예정
- 표준화 활동 및 Alliance 활동에 적극적

- LG전자

- 두가지 표준 방식 칩셋 적용 제품 개발 중
- 디지털 가전기기에 적용 예정으로 프로토콜 및 MAC 등을 개발 중
- 표준화 활동 및 Alliance 활동에 적극적

- KETI
 - Pulse radio에 관한 연구 진행 중
 - UWB 기술 개발 및 응용 프로토콜 개발 중
- 신화정보시스템
 - 프로토콜 및 프로파일 기술 개발
 - '04년 Staccato와 기술제공 라이선스체결/전략적 제휴
- 오소트론
 - MBOA 방식 모뎀 기술 개발
 - 모뎀 칩 개발 추진 중
- 에이로직스
 - '05년 모뎀 칩 개발 삼성 용역과제 수행 완료
 - MBOA 방식 저전력 상용 모뎀 칩 개발 진행 중

◆ 시장 전망

- UWB 응용 분야
- UWB 적용 제품
- UWB 시장 예측
- UWB 칩셋 시장 전망

- 홈 네트워크
 - 고화질, 고속의 멀티미디어 AV 스트리밍
- Wireless Connectivity
 - 유선 1394/USB를 무선 1394/USB로 전환 응용
- Mobile Devices
 - 저 전력, 대 용량의 휴대폰 멀티미디어 응용
- Bluetooth의 진화
 - 저속의 Bluetooth를 고속의 멀티미디어 응용 분야로의 확대
- 유무선 통합
 - FTTH, PLC 등의 유선과 유무선 통합 응용 서비스 창출

❖ UWB 적용 제품

Consumer Electronics, Mobile Devices, PCs



Video Streaming



Print Files



MP3 File Transfers



Movie Transfers



Disk Backup



Camera Downloads

❖ UWB 적용 제품

Streaming Use Cases



Stream DV or MPEG

Low Power Use Cases

Images from camera to storage/network



MP3 titles to music player



Low Power & High Data Rate Use

MPEG4 movie or GPS maps to player



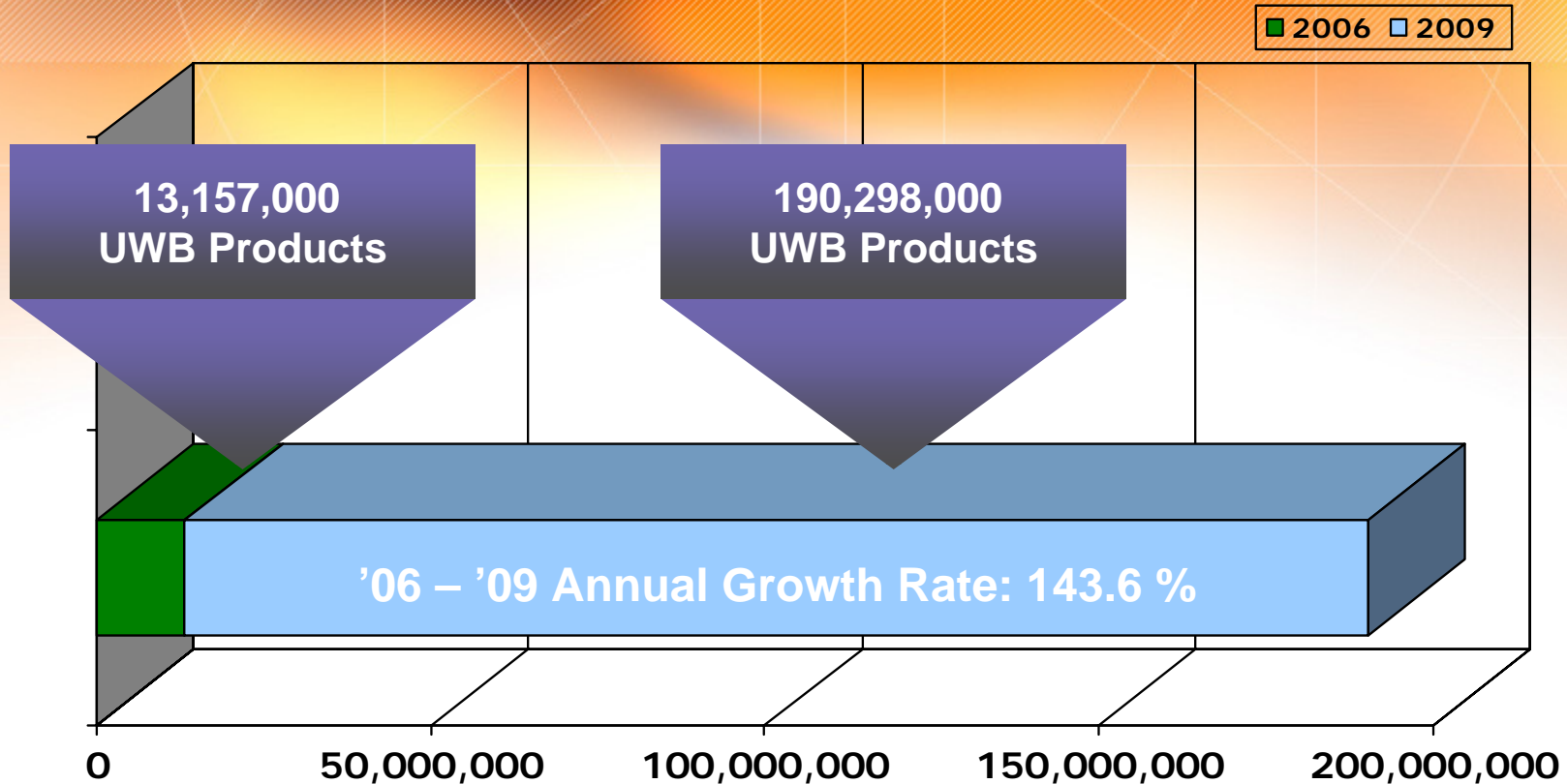
Mount portable HD



Stream presentation from Smartphone/PDA to projector



❖ UWB 시장 예측



UWB-Enabled Products (Wireless USB, Wireless 1394, High Data Rate Bluetooth)
Expected to be Shipped*

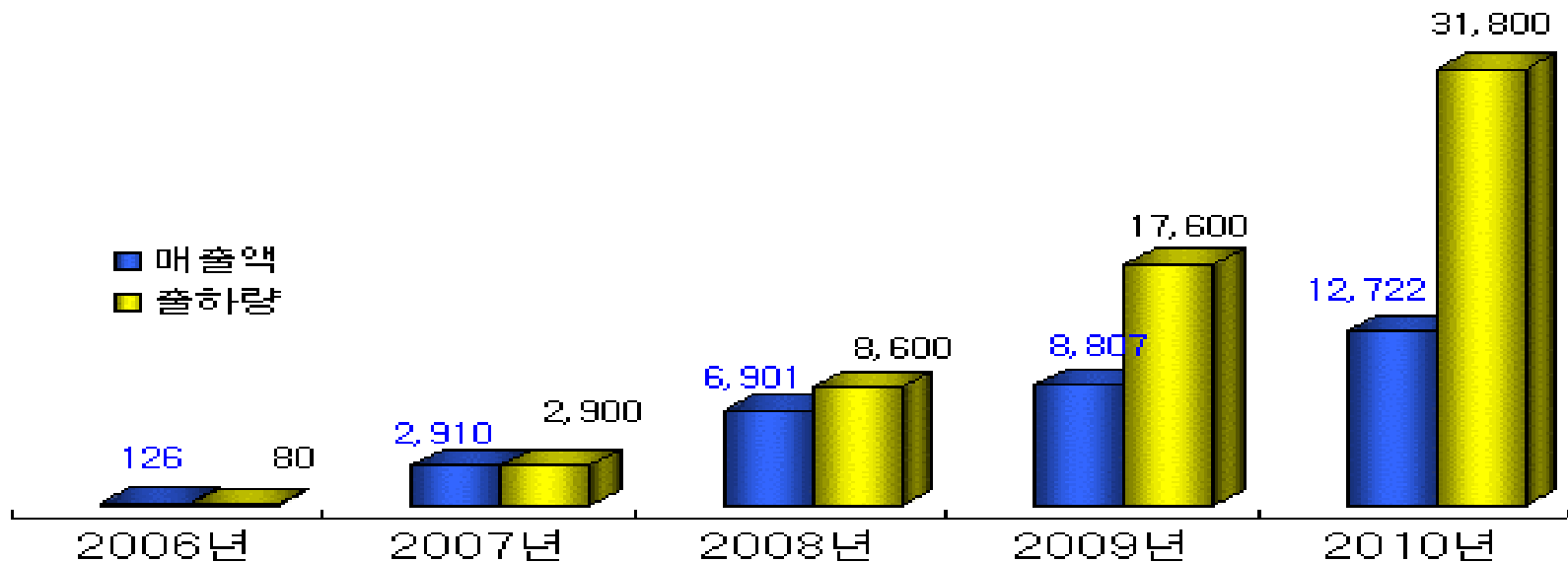
* Ref: 2006 CES, UWB Four Years Later, Edmond J. Thomas

❖ UWB 칩셋 시장 전망

(단위:만개/억원)

	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	합 계
출하량	80	2,900	8,600	17,600	31,800	60,980
매출액	126	2,910	6,901	8,807	12,722	31,466

<Ultra Wideband Standards Technology OEM Strategy and Markets”, ABLresearch,2005>



- (주)에이로직스
 - 홈페이지 : www.alogics.com
 - '97년 9월 회사 설립
 - '04년 6월 코스닥 등록
 - 개발실적 : W-CDMA 기지국용 모뎀 개발
WiBro 중계기용 모뎀 모듈 개발
UWB 모뎀 칩 개발
- 통신연구실 정성현상무
 - 이메일 : shchung@alogics.com
 - 전화 : 031) 703-5006 (ext. 400)

Q & A

감사합니다.