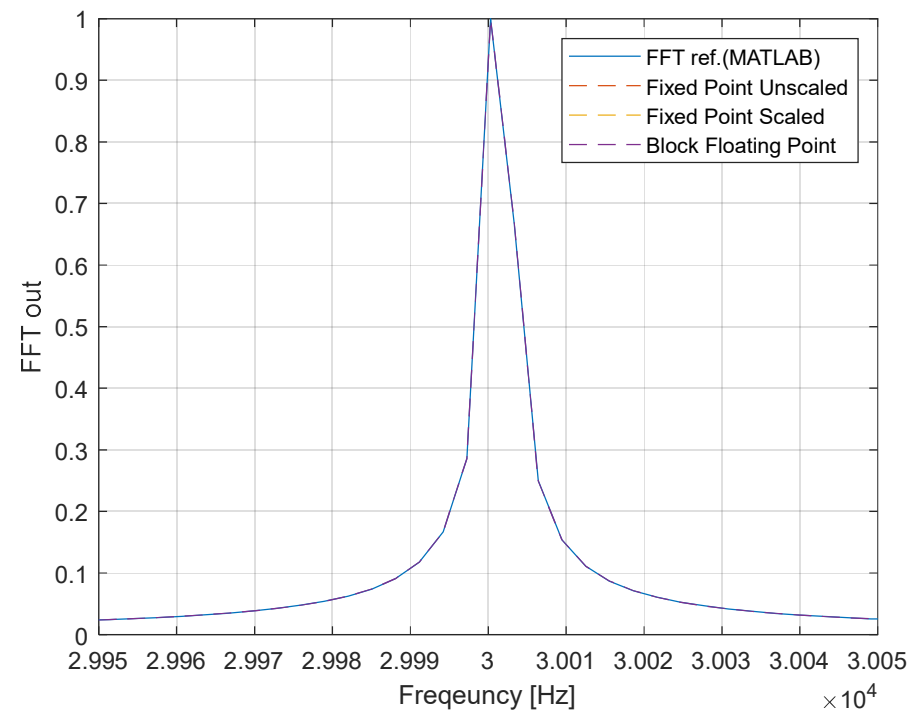
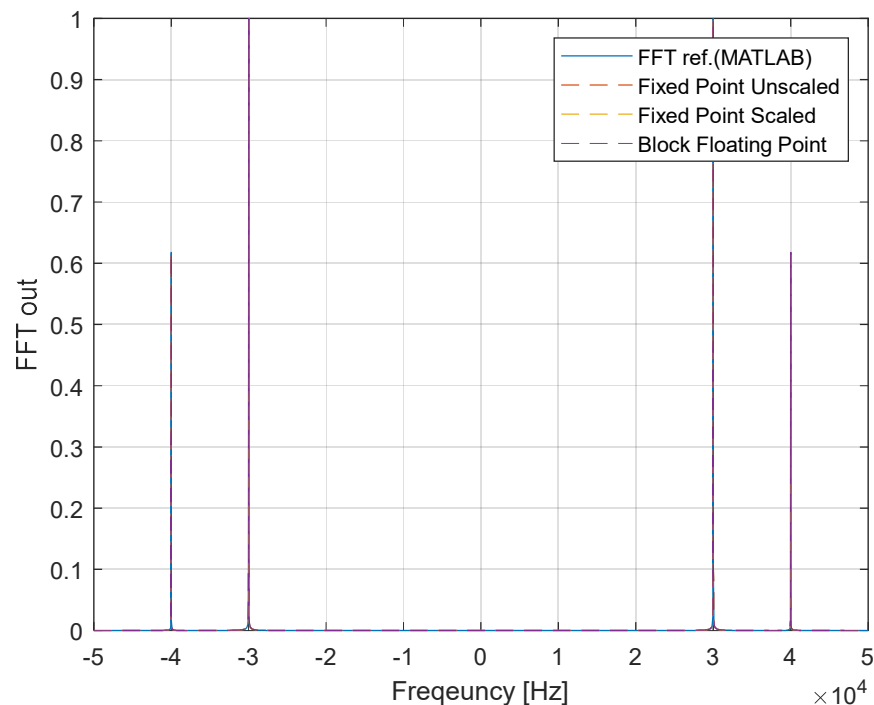


FFT IP의 데이터 폭 검토

FFT IP 성능 검토

Name	CLB LUTs (341280)	CLB Registers (682560)	CARRY8 (42660)	F7 Muxes (170640)	F8 Muxes (85320)	CLB (42660)	LUT as Logic (341280)	LUT as Memory (184320)	Block RAM Tile (744)	DSPs (3528)	Bonded IOB (328)	HPIOB_M (96)	HPIOB_S (96)	GLOBAL CLOCK BUFFERS (404)
FFT_eval	24641	39863	1707	739	275	5115	18588	6053	560	162	78	39	39	1
> uBFLP (XFFT_BFIP)	8777	13978	593	371	154	1816	6607	2170	160	60	0	0	0	0
> uFXPS (XFFT_FxPS)	7528	12160	535	189	63	1460	5801	1727	128	42	0	0	0	0
> uFXPU (XFFT_FxPU)	8227	13621	577	179	58	1785	6071	2156	144	60	0	0	0	0

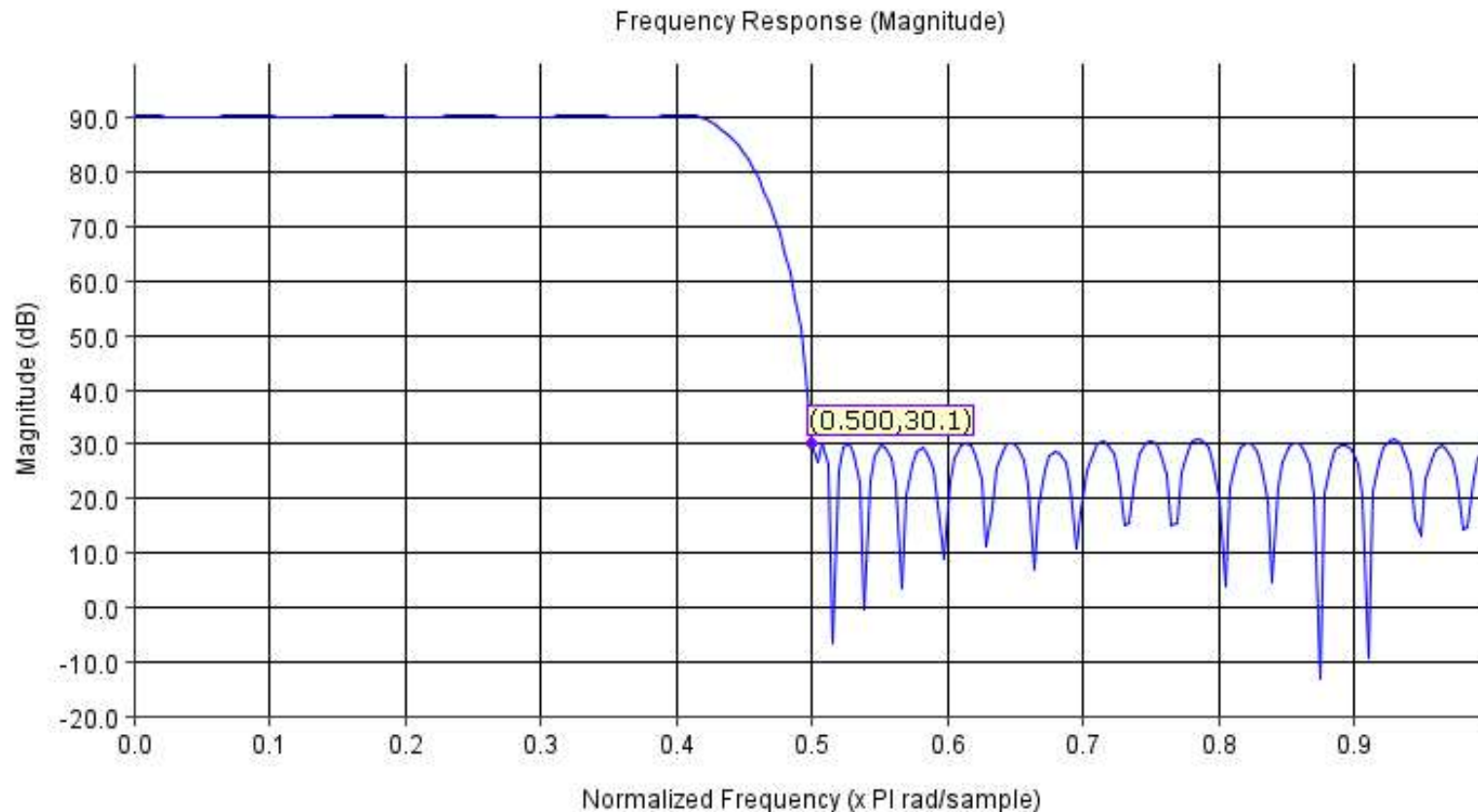
검토 사항 : 동일한 입력 신호를 기준으로 MATLAB FFT(ref.) 출력값과 IP 결과값 normalized 하여 i/q channel 평균 offset 연산



	Ref. - Fixed Point Unscaled	Ref. - Fixed Point Scaled	Ref. - Block Floating Point
Offset	1.8433e-20	5.3203e-14	1.7521e-16

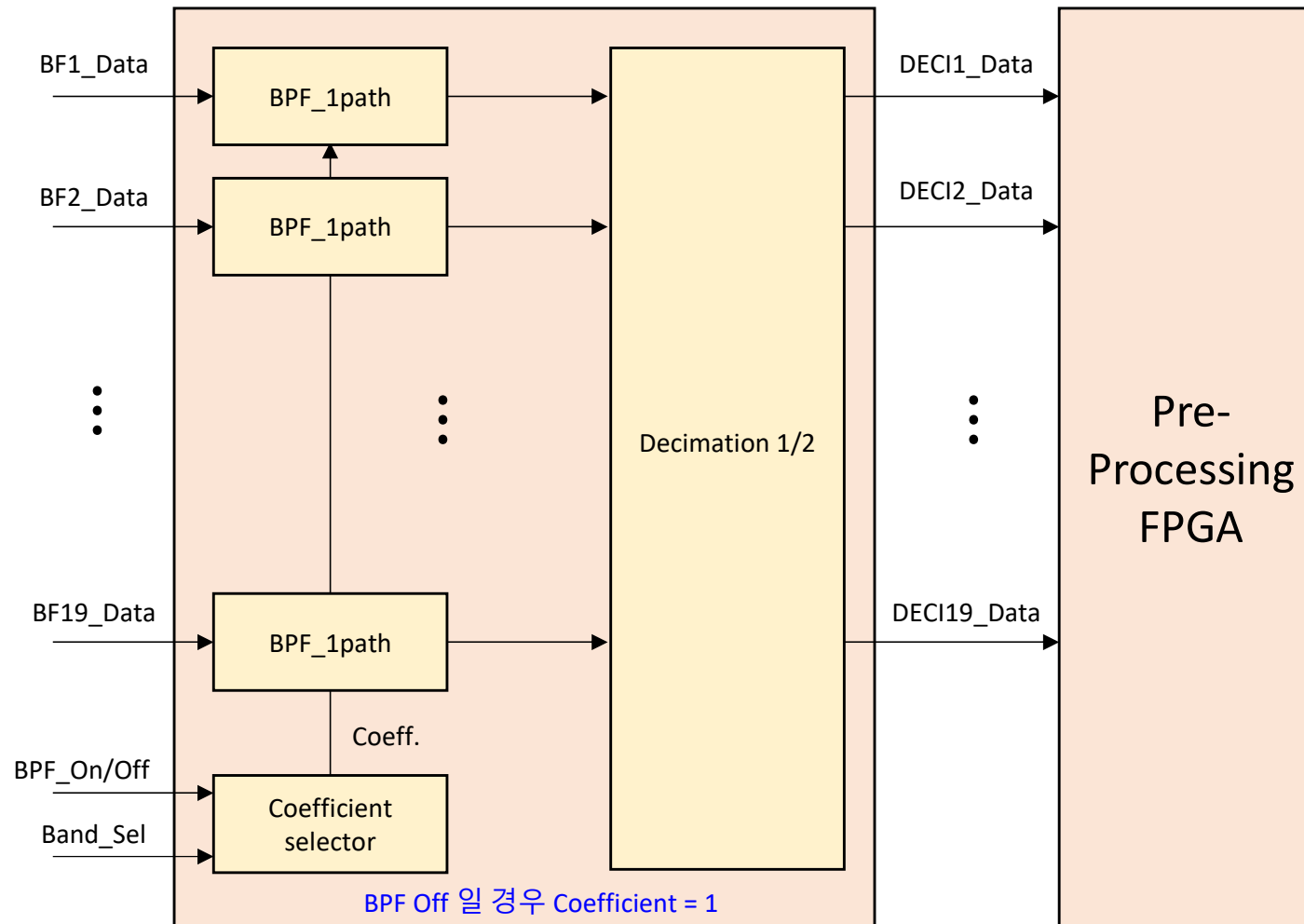
Beamformer Decimation용 Filter

- 2:1 Decimation(200Ksps → 100Ksps)
- FIR LPF
 - Coef : 55차, 16bit
 - Pass band : 42KHz, ripple < 1dB
 - Stop band : 50KHz, attenuation > 60dB



BPF & Decimation

- 빔포머 출력 데이터(200kHz sps) BPF 처리하고, 100kHz(1/2) 샘플링률로 decimation 수행
- BPF는 127 tap size의 FIR filter 사용

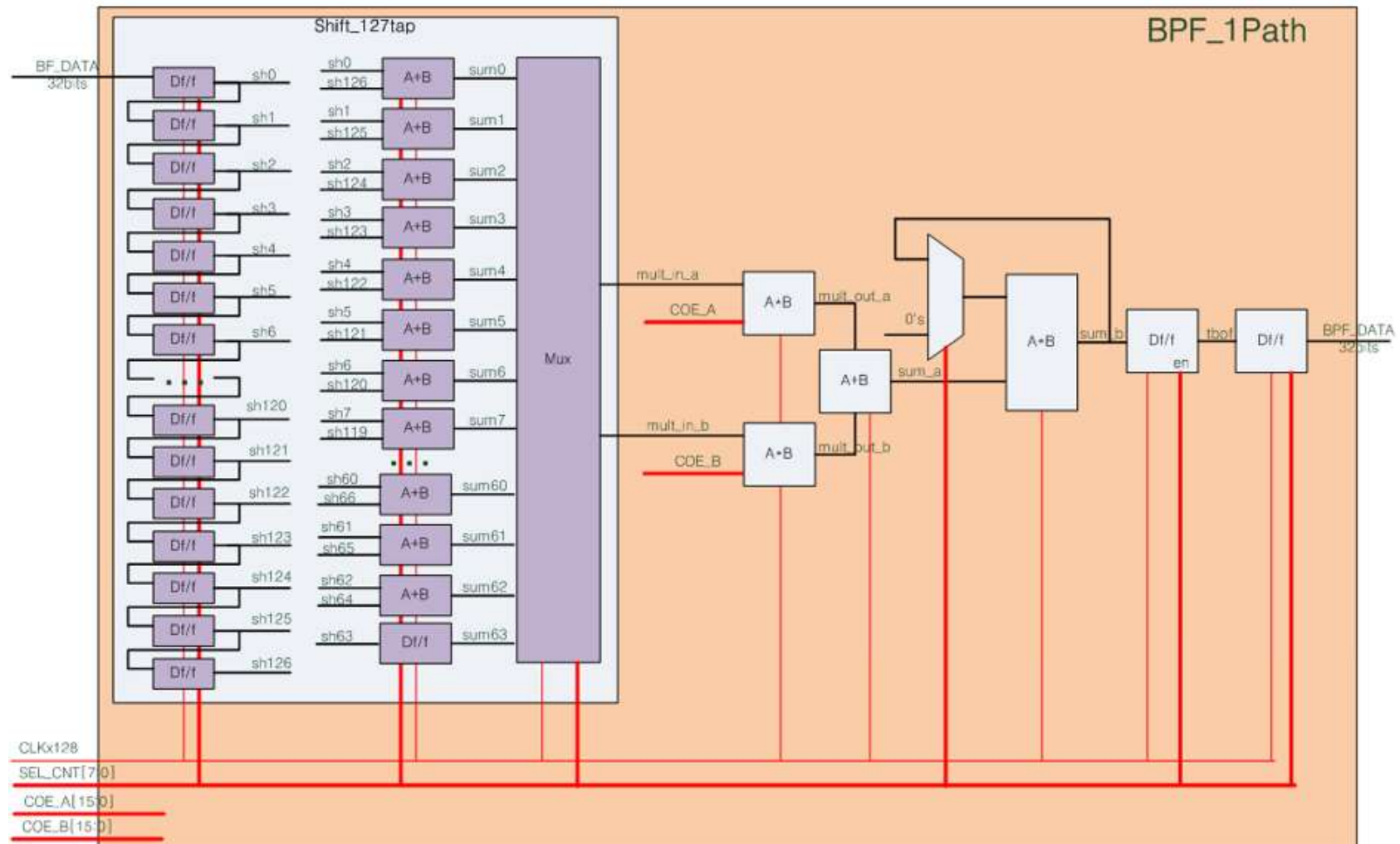


※ SUM beam 7ea(L3~C~R3)
Selected 3 beam(UDRL) 12ea

Beamformer Decimation용 Filter

❖ BPF 구조

- 127 tap size FIR 필터 구조(1-path / 36-path) → 127개의 shift 된 데이터 각각에 coefficient 를 곱하여 더하여 필터 출력



Beamformer Decimation용 Filter

❖ BPF 구조

- 127 tap size FIR 필터 구조(1-path / 36-path) → 127개의 shift 된 데이터 각각에 coefficient 를 곱하여 더하여 필터 출력

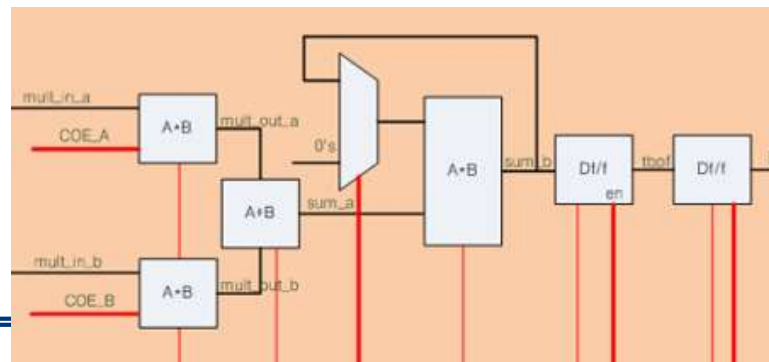
$$F(k) = \sum_{k=0}^{126} coeff(k) \times shiftdata(k), \quad k = filter\ tap\ index$$

- Coefficient 는 0 ~ 126 까지 좌우 대칭(symmetric) 구조를 사용 → $coeff(0) = coeff(126), coeff(1) = coeff(125), \dots, coeff(62) = coeff(64), coeff(63)$

- 총 64개의 multiplier 를 이용해 구현하는 방식 적용

$$F(k) = \sum_{k=0}^{62} coeff(k) \times (shiftdata(k) + shiftdata(127 - k)) + coeff(63) \times shiftdata(63)$$

- 필터에 입력된 데이터보다 빠른 클럭으로 연산하여 2개의 multiplier 만을 이용하여 filter 구현하는 방식 적용

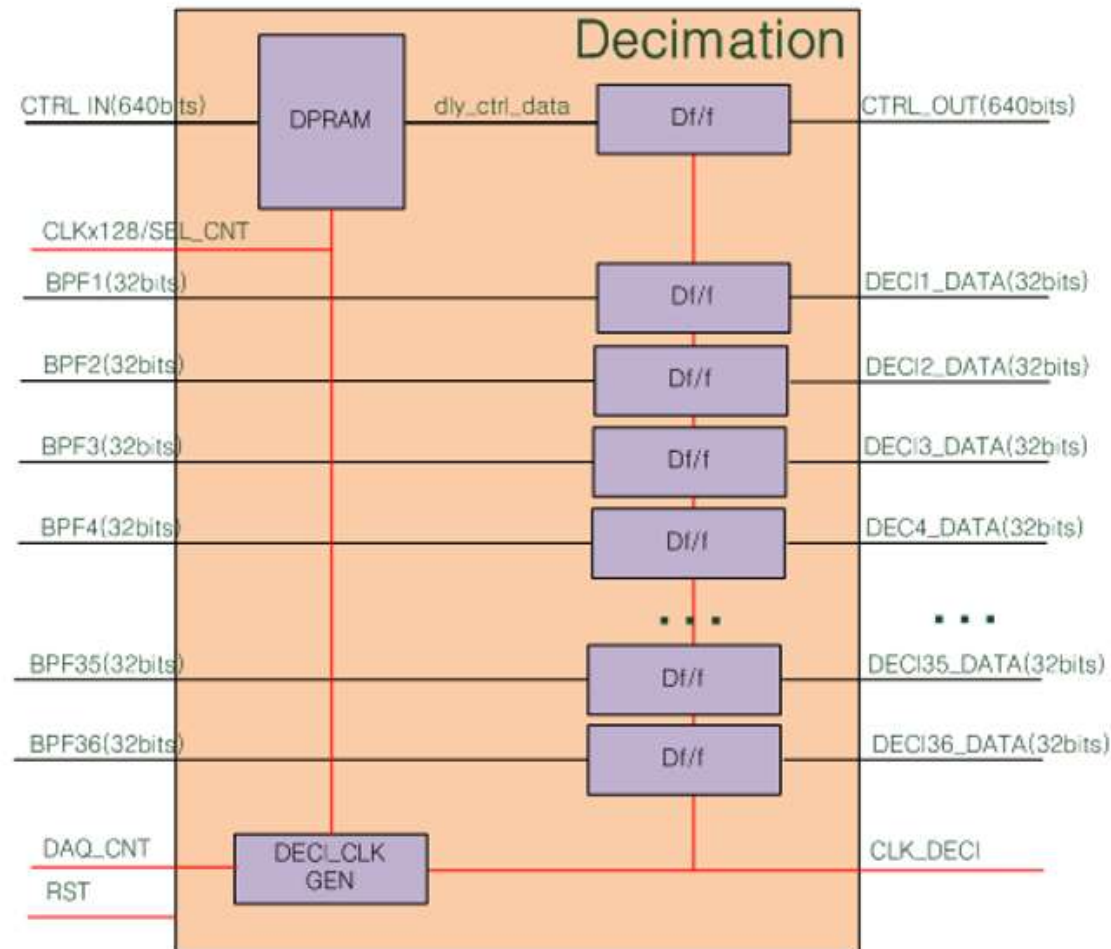


본 문서는 군사자료로서 열람과 복제를 금합니다.

Beamformer Decimation용 Filter

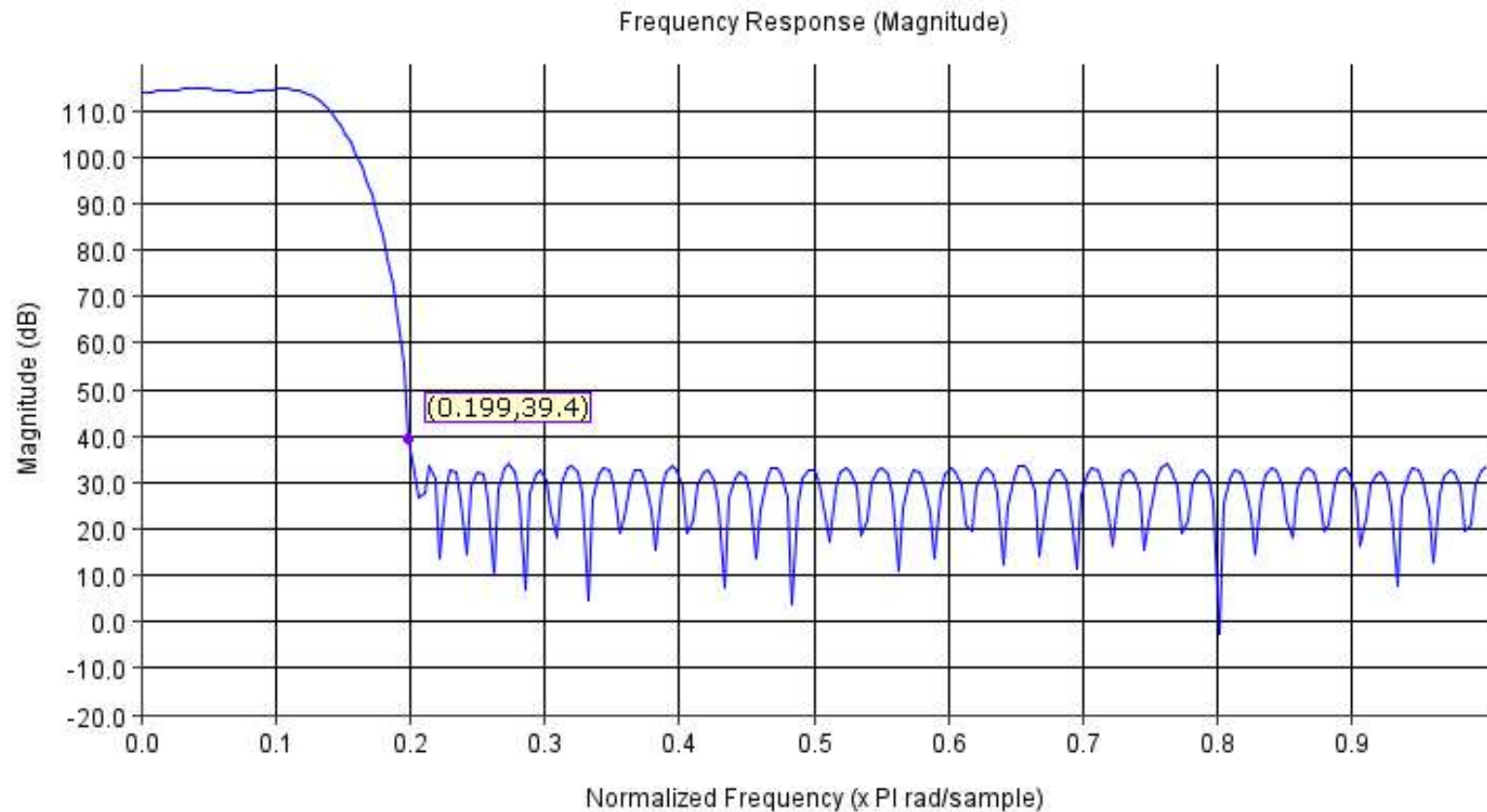
❖ Decimator 구조

- 1/2 Decimation을 위해 BPF 연산에서 소요되는 latency 만큼 DPRAM(Dula Port RAM) 을 이용하여 delay 를 주어 timing 제어
- 타이밍이 제어된 DPRAM에서 2 sample 당 1 sample 만을 취해 1/2 decimation 수행



DDC(Mixer)용 Filter

- DDC 및 5:1 Decimation(100Ksps → 20Ksps)
- FIR LPF
 - Coef: 75차, 20bit
 - Pass band : 6KHz, ripple < 1dB
 - Stop band : 10KHz, attenuation > 80dB



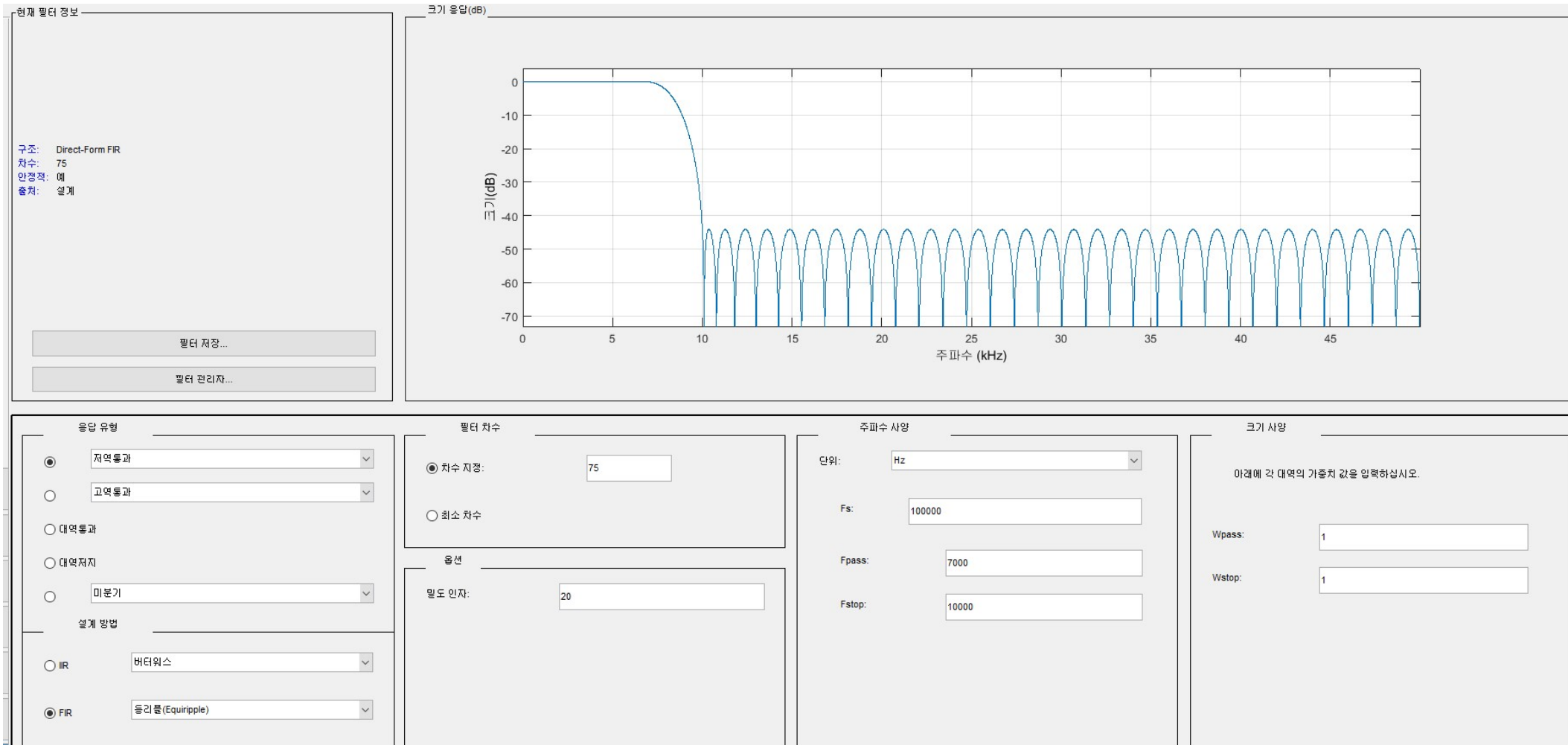
DDC(Mixer)용 Filter

■ DDC 및 5:1 Decimation(100Ksps → 20Ksps)

■ FIR LPF

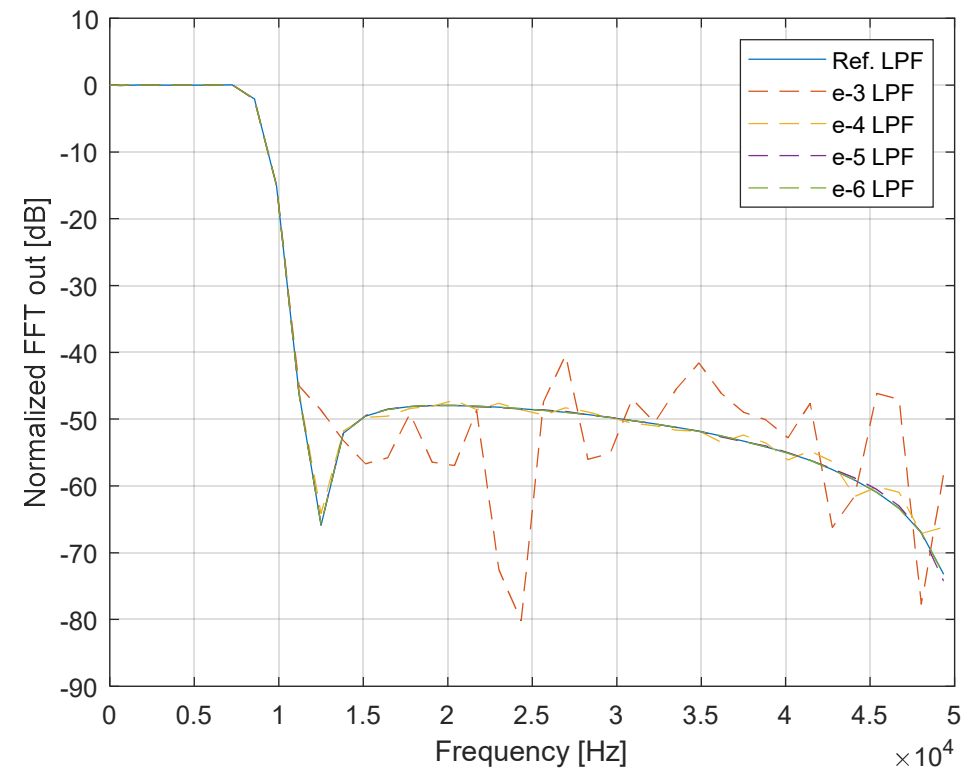
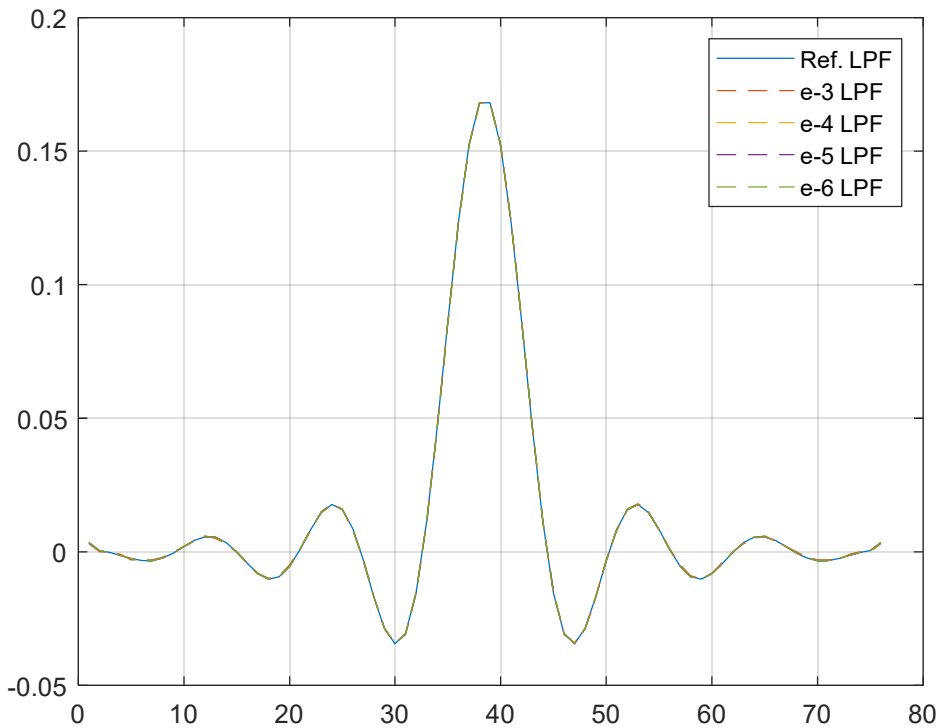
• Coef: 75차

※ Mixer 적용 시 사용되는 LPF
- 바깥 대역 손실은 OK
- 등리플 적용



DDC(Mixer)용 Filter

- DDC 및 5:1 Decimation(100Ksps → 20Ksps)
- FIR LPF
 - Coef: 75차, 등리플 LPF의 계수 소수점 자리수 별 주파수 응답 오차



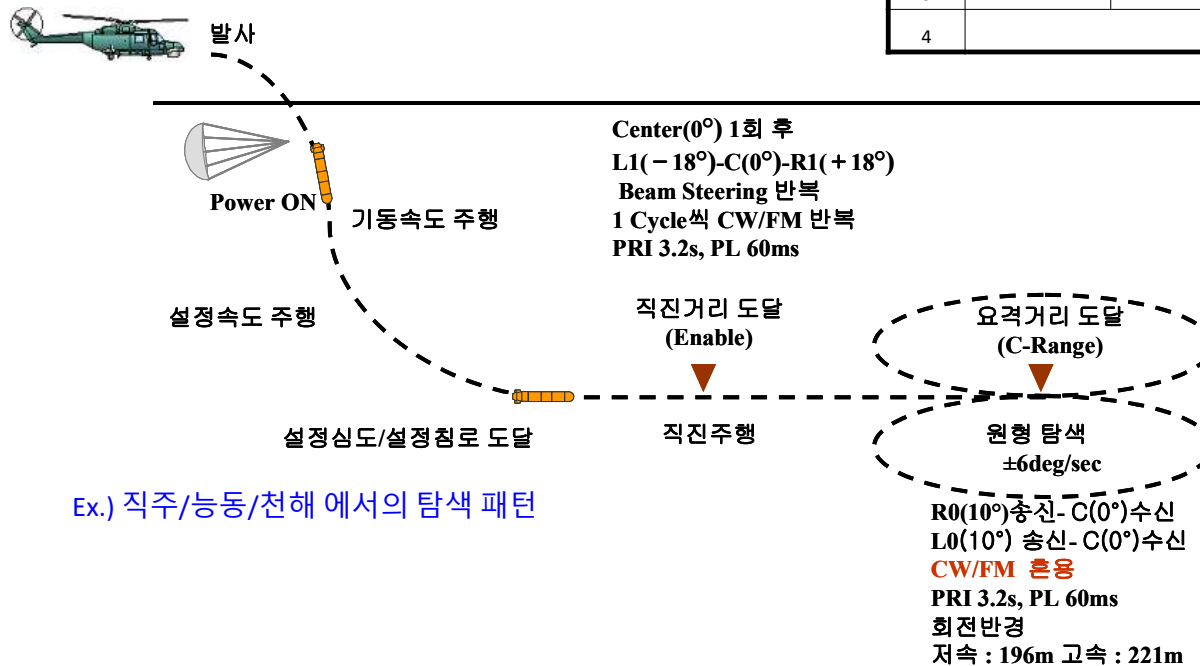
	Ref. LPF – LPF[e-3]	Ref. LPF – LPF[e-4]	Ref. LPF – LPF[e-5]	Ref. LPF – LPF[e-6]
Average offset	6.5165dB	0.7440dB	0.0974dB	0.0062dB

경어뢰-II 운용 모드 별 동작

- 발사방식(직주 /비직주 방식), 호밍방식(능동/수동/혼합), 심도방식(천해/심해)에 대하여 12가지 탐색 패턴 존재
- 직주 방식에서는 요격지점까지 직진하면서 빔조향탐색 수행
- 비직주 방식에서는 짧은 PRI를 이용하여 빠른 선회율로 1회 원형탐색 수행
- 천해에서는 설정심도에서 원형탐색만 수행
- 심해에서는 원형탐색 및 나선형 탐색 수행
- CW/FM 신호를 혼용하여 정지 표적에 대한 탐지 수행

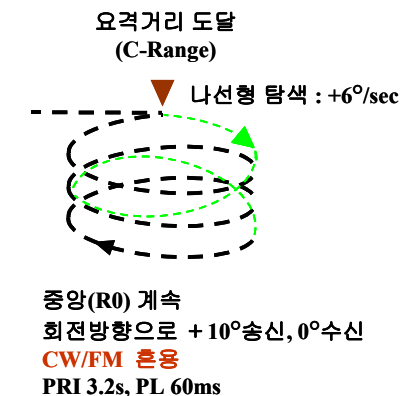
Ex.) 직주/능동/천해 에서의 탐색 패턴

순번	이벤트	음향탐색	유도조종제어	기타
1	활성화	능동 빔조향탐색	항법유도 (직진)	
2	요격거리	CW, R0/C, 3.2	+6도/초 원형탐색	
3		FM, L0/C, 3.2	-6도/초 원형탐색	
4	2와 3을 반복			



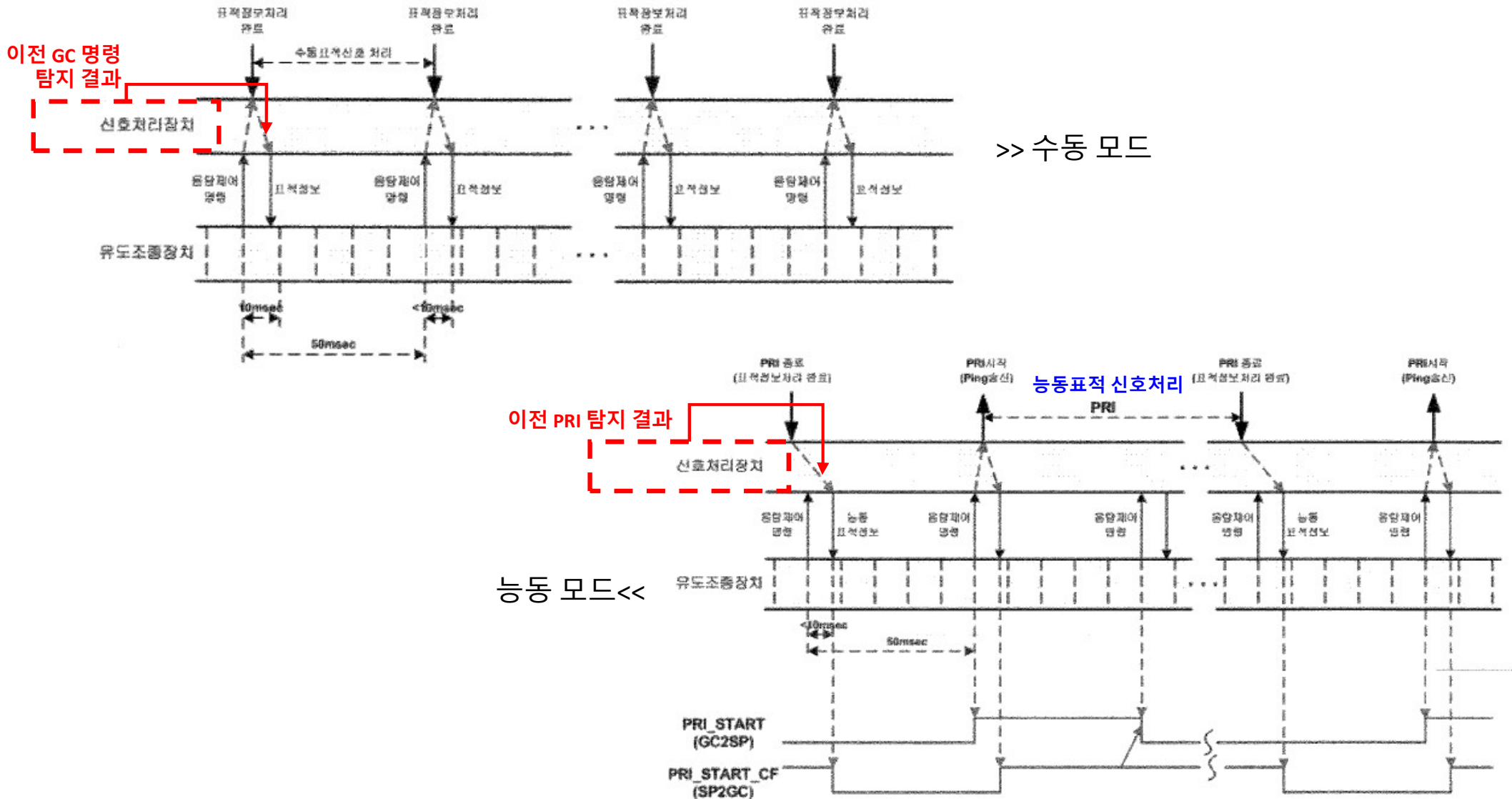
Ex.) 직주/능동/천해 에서의 탐색 패턴

Ex.) 심해 환경에서의 능동 나선형 탐색



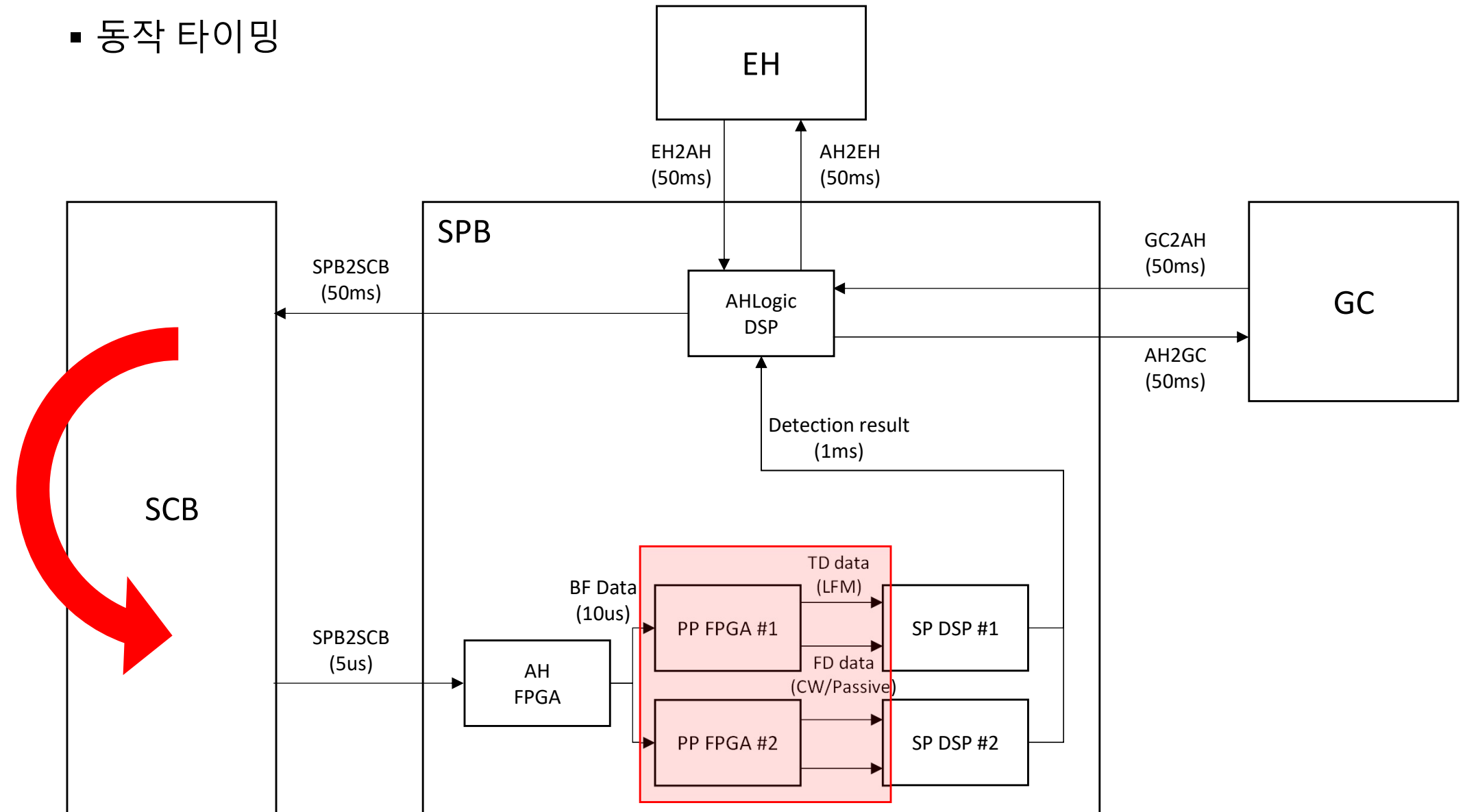
경어뢰-II 운용 모드 별 동작

■ 능수동 제어명령 및 탐지결과 연동 시퀀스



경어뢰-II 운용 모드 별 동작

■ 동작 타이밍



경어뢰-II 운용 모드 별 동작

■ 동작 타이밍

- Mixer 대역폭 결정 필요 (20kHz or 5kHz)

- 20kHz/4096 = 4.8828Hz
- 5kHz/4096 = 1.2207Hz
- 100kHz/32768 = 3.0518Hz

