

# PON 기반 가입자망을 위한 광소자

박정우, 이종무, 김성일, 박경현 | 한국전자통신연구원 광통신소자 연구부  
김경현 | 인하대학교 물리학과

## 1. 서론 : 가입자망의 추세와 PON의 표준화

현재의 가입자망은 구리선을 사용한 ADSL, VDSL 등의 기술을 통하여 수 Mbps에서 제한적으로 수십 Mbps의 속도를 사용하고 있으며, 주로 인터넷 서비스에 국한되어 사용되어지고 있다. 그러나 HDTV급 다채널 CATV 및 VoD, 원격교육, 원격진료, 3D 영상 등은 속도의 제한 때문에 ADSL, VDSL 등으로는 수용하기 어려우며 새로운 가입자망이 머지않은 미래에 요구된다. 새로운 가입자망의 형태로 HFC(Hybrid-Fiber Coaxial)와 함께 FTTH(Fiber To The Home)가 논의되고 있다. 가입자망의 방식에는 여러 가지가 있을 수 있으나 현재 많은 사람들이 유력하다고 보는 방식은 PON(Passive Optical Network)방식이다.

PON방식의 장점으로는 광선로를 공유함으로써 설치비용이 작고, 전화국과 가입자 사이에 수동소자만이 깔려 있어 유지, 보수가 쉬우며, 방송(broadcast)이 용이하여 비디오 서비스에 유리하고 DWDM(Dense-Wavelength Division Multiplexing)과 같은 향후의 증설에도 상충되지 않는다. 현재 연구중인 PON의 방식에는 하향 TDM(Time Division Multiplexing), 상향 TDMA(Time Division Multiple Access)으로

하는 TDM-PON과 하향 WDM(Wavelength Division Multiplexing), 상향 WDMA(Wavelength Division Multiple Access)로 하는 WDM-PON이 있다. WDM-PON은 지금의 기술로는 아직도 실제 구현에는 거리가 있어, IEEE, ITU-T에서는 TDM-PON에 대한 표준화 작업만 진행되고 있다.

ITU-T의 표준화 그룹의 명칭은 SG(Study Group) 15이며 FSAN의 지원을 받고 있고, FSAN에 소속된 업체들은 NTT, SBC, Bellsouth, BT 등 주로 통신서비스 업체들이다. IEEE의 표준화 그룹에는 802.3라는 명칭이 붙어 있고 EFM이라고도 불리며, 참여하고 있는 업체들은 Cisco, Nortel, Intel, Lucent 등 주로 북미 쪽 벤더들로 이루어져 있다. 주로 서비스 업체로 이루어진 ITU-T SG15그룹의 요구사항이 주로 벤더들로 이루어진 IEEE 802.3 표준화 작업반의 작업에 반영되기는 하지만, 현재로는 두 그룹이 독자적인 표준화작업을 진행하고 있다. ITU-T의 SG15에서 이루어지는 PON 표준화의 명칭을 G-PON이라 하고 IEEE 802.3에서 이루어지는 PON 표준화의 명칭을 E-PON이라고 한다. 부가적으로, 더 세부적인 표준화를 하는 기관으로 IEC(International Electrotechnical Commission)가 있는데, 이 기관은 주로 ITU-T SG15의 표준화 작업을 이어 받아 더 세

부적인 권고안을 마련한다.

본 기고문에서는 이러한 표준화 그룹의 G-PON, E-PON의 표준화 내용과 PON이 실제로 현장에 구현되기 위해서 가격의 절감이 필요한 가입자쪽(ONU)의 양방향 광 트랜시버의 기술적인 문제들을 표준화 내용과 맞물려 기술하고자 한다.

## 2. 본론 : PON의 표준과 이에 대응하는 광소자의 요소기술

먼저 G-PON과 E-PON의 일반적인 비교를 해보면 표 1과 같이 요약할 수 있다. 통신에 사용되는 프로토콜을 보면 G-PON은 ethernet과 ATM을 수용하는 것으로 되어 있고 E-PON은 ethernet만을 수용하는 것으로 되어 있다. ATM-PON은 비디오 전송능력이 부족하고 IP(Internet Protocol)에 따르는 트래픽을 전달하기 어렵다. 반면에 Ethernet-PON은 IP트래픽을 전달하기 쉬워 관리가 간편하여 관련된 부담을 줄일 수 있다. 이러한 면에서 두 표준화 그룹에서 ethernet을 공통적으로 수용하고 있다. 동작속도는

IEEE에서는 1.25Gbps를 정의하고 있고, ITU-T에서는 155Mbps, 622Mbps, 1,244Gbps, 2,488Gbps를 정의하고 있다.

각각의 표준화 그룹의 PON 정의에서도 2~3개씩 분기하여 다른 표준을 정의하고 있는데, ITU-T에서는 ODN(Optical Distribution Network)의 손실에 따라 class A, B, C로 분류하고 있고, IEEE에서는 전송 거리에 따라 1000BASE PX-10과 1000BASE PX-20으로 분류한다. 1000BASE PX-10은 10km까지의 전송이고 1000BASE PX-20은 20km까지의 전송이다. 분기율은 두 표준화 그룹에서 모두 1:16이상으로 정의하고 있다. BER(Bit Error Rate)은 ITU-T가  $10^{-10}$ 으로 정의하고 IEEE가  $10^{-12}$ 로 정의한다. IEEE의 BER이 엄격한 이유는 IEEE의 표준화 그룹에 참여하는 주요 업체가 북미쪽의 업체이기 때문에 미국의 ANSI표준인  $10^{-12}$ 을 참고했기 때문이라고 보여진다.

두 기관의 1.25Gbps급 가입자(ONU)쪽 송신단 표준을 보면 표 2와 같다. 표에서 보면 송신단이 내주어야 하는 광 파워가 다른 일대일 광 전송을 위한 권고안에 비해 크다. PON의 ONU쪽에서 중앙국사(OLT)쪽에서 보내는 광신호는 1:16 이상의 분기기(splitter)를

[표 1] G-PON과 E-PON의 개괄적인 비교

		G-PON	E-PON
Standard body		ITU-T SG15(FSAN)	IEEE 802.3(EFM)
Wavelength	Upstream	1260-1360nm	
	Downstream	1480-1500nm	
Speed		Up to 2,488Gbps	1,25Gbps
Service Category		Ethernet/ATM	Ethernet
Classification		Class A, B, C with ODN Path loss (A:5-20dB, B:10-25dB, C:15-30dB)	1000BASE PX-10 1000BASE PX-20 with ODN reach
Reach		≤20km(10km for PX-10, class B = PX-20)	
Split		Up to 1:64	≥1:16
BER		$10^{-10}$	$10^{-12}$

역으로 통과한다. 1:16 분기기를 순방향으로 통과할 때는 약 14dB의 분기손실이 발생하지만, 반대로 1:16 분기기를 역방향으로 통과할 때도 1:16 분기기를 어떻게 만드느냐에 따라 다르지만 적지않은 손실이 발생한다. 이러한 것에 기인하여 일대일 광전송에 비해 일대다 광전송에서는 더 많은 손실이 발생한다. 이를 극복하기 위해서 ONU쪽에서 OLT로 전송할 때도 더 높은 광파워가 필요하다. 실제로 E-PON의 권고안을 만드는 EFM그룹의 일대일 광전송 표준에서는 같은 전송 거리에서 표 2의 표준안 보다 8.5dB 낮은 광출력을 정의하고 있다.

게 된다. 표 2에 제시된 광출력은 상온에서는 쉽게 구현될 수 있으나 온도가 높은 경우까지를 고려하면 쉽지 않은 권고안이다. PON 가입자망의 저가격화를 위해서 해결해야 할 문제중의 하나가 높은 온도에서도 고출력을 내주는 레이저 다이오드를 낮은 비용으로 생산하는 기술의 획득이다.

ONU 송신단에서 하나 더 중요한 파라미터가 광원의 spectral width이다. Spectral width가 넓으면 신호가 광섬유를 통과하면서 분산(Dispersion)과 Mode Partition Noise가 일어나 신호의 왜곡이 일어난다. 이러한 신호의 왜곡은 송신단 광원의 spectral width

[표 2] ONU 송신단의 주요 권고 파라미터

	Unit	G-PON			E-PON	
		A	B	C	PX10-U	PX20-U
Nominal bit rate	Mbps	1244.16			1250	
Line code	-	Scrambled NRZ			8B10B	
Reflectance	dB	≤-6			≤-12	
Class		1000BASE-				
		PX10-U		PX20-U		
Mean Launched Power(min)	dBm	-3	-2	+2	-1	-1
Mean Launched Power(max)	dBm	+2	+3	+7	+4	+4
Mean Launched Power of OFF Transmitter(max)	dBm	Less than Min sensitivity -10			-45 at OLT side	
Extinction ratio(min)	dB	10			6	

표 2에 정의된 1.25Gbps급 ONU쪽 송신단의 광출력은 상온에서는 현재의 광소자 제조기술로 쉽게 얻을 수 있는 수치이나 온도가 높은 경우에는 쉽지 않은 권고안이다. ONU 송신단의 허용 동작온도는 아직 확정되지는 않았으나 덕외(outdoor) ONU 송신단의 경우 75℃이상 85℃까지를 잡고 있다. 일반적으로 이러한 온도범위에서는 레이저 다이오드의 출력이 떨어진다. 온도가 높아지면 레이저 다이오드에 공급되는 전자와 홀이 활성층에서 결합하며 빛을 내지 않고 활성층을 그대로 통과하여 레이저 다이오드의 광출력이 떨어지

가 줄어야 적어진다. ONU의 송신단이 비록 광섬유의 분산이 제일 적은 1310nm의 파장대 광원을 사용한다 할지라도 동작온도가 달라지면 분산은 높아지므로 이에 대한 권고안이 마련되었다. 1.25Gbps급 ONU 송신단 광원의 spectral width에 대한 IEEE의 권고안은 그림 1의 그래프에 나타나 있고, ITU-T의 권고안은 표 3에 나타나 있다. 그림 1의 권고안이 나오게 되는 배경에는  $\epsilon$ 이라는 파라미터가 있다.  $\epsilon$ 은 식 1과 같이 정의되는 파라미터이다.

$$\epsilon = D * L * (\text{RMS spectral width}) * B \quad [\text{식 1}]$$

where D : 광섬유의 분산 파라미터, L : 전송거리,

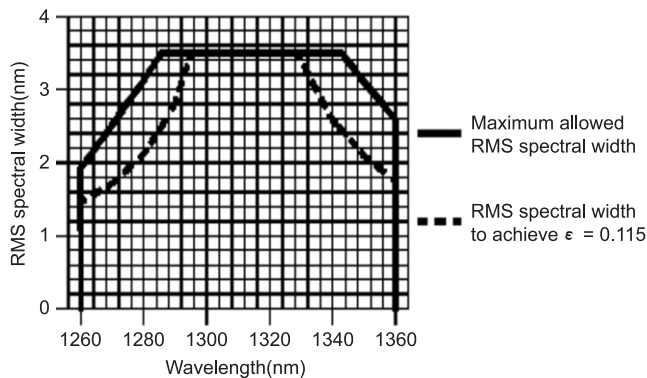
B : 동작속도

$\epsilon$ 은 하나의 bit가 지속하는 시간을 1로 보았을 때 광섬유의 분산에 의해 신호가 넓어지거나 좁아지는 정도를 나타내는 파라미터이다. IEEE에서는  $|\epsilon| < 0.115$ 로 잡고 그에 준하여 권고안을 제시하였다. 표 3에 나타난 ITU-T의 권고안은 분산과 mode partition noise에 의한 power penalty가 1dB가 되는 시점을 권고안의 기준으로 삼았다.

반도체 레이저 다이오드는 이러한 권고안을 권고 동작온도의 전 구간에서 만족시키지는 못한다. FP (Fabry-Perot) 레이저 다이오드의 발진 파장은 온도에 따라 변하며, 그 정도는 0.45nm/K이다. -40°C에서 85°C까지의 온도 범위에서 발진 파장의 변화는 50nm까지 된다. IEEE에서는 이를 수용하면서 제작

상의 허용오차를 고려하여 그림 1에 나타난 것처럼 광원의 동작 파장의 범위를 100nm로 설정하였다. 그러나 실제로 그림 1과 표 3에 나타난 권고안을 만족시키는 FP 레이저 다이오드는 구현할 수 없다. 특히, 표 3의 권고안은 현재 레이저 다이오드의 공급자들이 쉽게 맞출 수 없는 권고안이다. 따라서 FP 레이저 다이오드를 사용할 때는 넓은 온도 범위에서 광섬유의 분산에 의한 penalty를 최소화하기 위해 전송해야 하는 거리와 제작된 레이저 다이오드의 동작 파장, spectral width를 고려하여, 몇 개의 군(class)로 나누어 송신단을 제작해야 할 것으로 생각된다.

한편, 단일모드 광원인 DFB(Distributed Feedback) 레이저 다이오드는 spectral width가 좁고 mode partition noise가 없어, FP 레이저 다이오드에 비해 더 좋은 분산특성을 보인다. 그러나, grating의 온도계수는 0.1nm/K인 반면에 최대 이득(gain peak)의 온도계수는 0.45nm/K이다. 이런 불



[그림 1] 1.25Gbps급 ONU 광원의 spectral width에 대한 IEEE의 권고안

[표 3] 1.25Gbps급 ONU 광원의 spectral width에 대한 ITU-T의 권고안

	Operating wavelength	RMS spectral width
Type I	1260~1360nm	1.4nm
Type II	1280~1350nm	2.1nm
Type III	1288~1338nm	2.7nm

일치로 인해 온도가 상온에서 많이 벗어나면 DFB의 출력은 떨어지게 된다. 이러한 이유로 넓은 온도 범위에서 동작하는 DFB의 가격이 높아지게 된다.

위에서 언급했듯이 ONU 송신단의 동작온도에 따라 송신단 광원의 파장이 변하고 결과적으로 광섬유를 통과하면서 분산이 커지게 된다. 허용되는 분산의 정도를 맞추기 위해 제시된 그림 1과 표 3의 권고안은 동작 온도 전영역에서 맞추기 어렵기 때문에 맥내용, 맥외용으로 나누고, 그 안에 다시 몇 개의 군(class)으로 나누어 ONU 송신단을 제조해야 하는 것으로 보인다.

ITU-T에서는 동작온도를 일단  $-5^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$ 로 잡고 있지만 맥외 ONU에 대한 온도는 아직 논의가 진행 중이다. IEEE에서는 표 4와 같은 온도범위를 맥외 ONU의 권고안으로 하고 있다.

1.25Gbps급 ONU 수신단의 광소자 관련 주요 항목에 대한 권고안은 표 5에 나타내었다. 여기서 중요한 사항은 수신감도(sensitivity)이다. PON에서의 수신감도 권고안은 일대일 광전송에 비하여 엄격하게 되어 있다. IEEE 802.3의 일대일 광전송의 수신 감도 권고

안은 10km전송일 때  $-20\text{dBm}$ 인데 반해 PON의 경우에는  $-24\text{dBm}$ 으로 권고하고 있다. ITU-T의 권고안은 그보다 더 엄격한  $-26\text{dBm}$ 으로 하고 있다. 이러한 원인은 PON은 기본적으로 중앙국사에서 나오는 빛을 분기를 하기 때문에 가입자 쪽으로 오는 광세기가 낮기 때문이다. 일반적으로 수신감도는 잡음(noise)에 의해 제한받는다. 수신단에서의 잡음은 수광소자의 잡음, 로드저항에 의한 잡음, 전치증폭기에 의한 잡음이 있다. 이러한 잡음요소들을 구현할 수 있는 만큼 최대한 줄였을 때, 1.25Gbps, 10dB 소광비의 입력에 대해 수신감도는 약  $-31\text{dBm}$ 쯤 된다. 그런데 실제로 구현할 때 각 잡음 요소들이 모두 최적화되어 있지는 않기 때문에  $-31\text{dBm}$ 의 수신감도를 얻기는 어렵다. 수광소자의 암전류가 10nA, 응답도(responsivity)가 1.0A/W, 로드 저항이 1.5k $\Omega$ , 전치증폭기의 잡음 전류가 200nArms일 때의 수신감도는 약  $-27\text{dBm}$ 이 된다. 여기서 주요 잡음원은 전치증폭기에 의한 잡음이다. 현재 출시되고 있는 전치 증폭기의 전류 잡음은 1.25Gbps 대역폭에서 100nArms이상이고 보통은

[표 4] 부품 case 온도 범위에 대한 IEEE의 권고안

Class	Low temperature( $^{\circ}\text{C}$ )	High temperature( $^{\circ}\text{C}$ )
Warm Extended	-5	+85
Cool Extended	-30	+60
Universal Extended	-30	+85

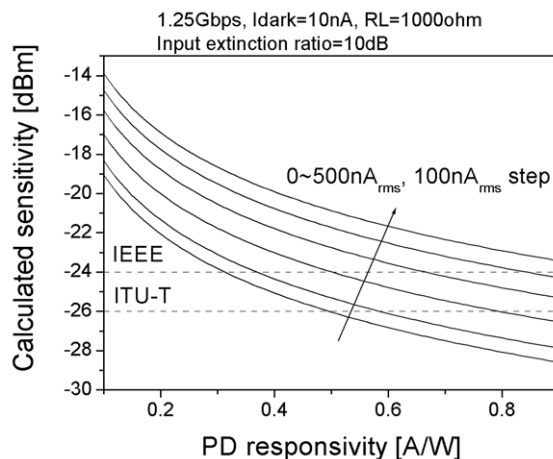
[표 5] ONU 수신단의 주요 권고 파라미터

	Unit	G-PON			E-PON	
		A	B	C	PX10-D	PX20-D
Nominal bit rate	Mbps	1244,16			1250	
Reflectance	dB	$\leq -20$			$\leq -12$	
Class		1000BASE-				
					PX10-D	PX20-D
Sensitivity	dBm	-25	-25	-26	-24	-24
Overload	dBm	-4	-4	-4	-5	-3

200nArms 정도이다. 전치증폭기의 잡음 외에 수신단의 수신감도를 주로 좌우하는 요소가 수광소자의 응답도이다. 그림 2 는 수신감도를 좌우하는 전치증폭기의 잡음과 수광소자의 응답도에 따른 수신단의 수신감도를 그린 것이다. 일반적으로 전치증폭기의 잡음전류가 200nArms 정도이므로, ITU-T, IEEE의 권고안을 만족시키려면 수광소자의 응답도가 0.6~0.8A/W를 가져야 한다. 그러나 실제로 광섬유에서 트랜시버의 수광소자로 광신호가 들어올 때 손실이 발생한다. 광섬유를 트랜시버에 커플링할 때도 손실이 발생하고, 송수신 신호를 분리하는 광필터의 삽입에 의해서도 손실이 발생한다. 광트랜시버를 조립할 때의 이러한 손실을 고려하여 0.8A/W의 응답도를 갖는 것은 쉬운 것만은 아니다. 실험실 수준에서 한 두개 만드는 것은 어려운 일이 아닐지 모르겠으나 실제로 수 많은 수율을 감당하기 위한 대량생산 기술에서는 아직 모듈제작 기술이 성숙되어 있지 않다. 이러한 이유로 -26dBm의 수신감도를 갖는 E-PON, G-PON용 광트랜시버를 출시한 업체는, 국내에는 한 곳 있고 전 세계적으로도 일본의 NEC, 미국의 Zonu, 중국의 Shang Hai optical network technology 등 몇 군데 업체에 불

과하다.

지금까지 언급한 송신단과 수신단들의 자체 특성도 중요하지만 이들을 컴팩트한 하나의 트랜시버로 구성하는 방법들이 더 중요하다. 구성하는 방법에 따라 트랜시버의 성능이 결정되는 기술적인 측면도 있고, 대량생산으로 가격저하를 유발할 수 있는 경제적인 측면도 있다. 현재까지 주류를 이루고 있는 방법은 송신단과 수신단을 각각 TO캔에 패키징하여 구성하는 방법이다. 이 방법은 광학적, 전기적 누화가 작고 기존의 기술을 이용하는 장점이 있다. 그러나, 광소자에서 발생하는 열방출이 쉽지않아 열적 특성이 좋지 않고, 부품수가 많이 필요하며 모듈의 크기가 크고, 능동정렬이 필요하여 대량생산에 적합하지 않다. 이러한 점을 극복하고자 PLC(Planar Lightwave Circuit)기반의 트랜시버 제작기술이 제안되었고, 여러 곳에서 많은 연구가 진행되어 왔다. PLC기반의 트랜시버 제작기술은 부품수가 적으며 모듈 크기가 작고 수동정렬을 하므로 대량생산이 가능하다는 장점이 있다. 이러한 점에서 PLC기반의 광트랜시버에서 필요한 기술에 대해서 언급하고자 한다. PLC기반의 트랜시버를 구성하는데 중요한 점은 각 광소자 간의 결합효율이었다. 레이



[그림 2] 전치증폭기의 잡음전류와 수광소자의 응답도에 따른 수신단의 수신감도



저 다이오드, 광검출기와 PLC도파로와의 결합, PLC도파로와 광섬유와의 결합이 중요한 문제였다. 그러나 기술의 발전으로 이러한 문제들은 많이 해결되었다. 그렇지만, PON의 권고안을 만족시키기 위해서는 광소자간의 결합효율이 더 높아져야 하는 측면이 있다. 이와 함께, 현재 기술적 측면에서 가장 중요한 문제는 혼신(crosstalk)이다.

ITU-T, IEEE의 권고안에는 명시적으로 규정되어 있지는 않으나 광트랜시버에서 중요한 요소중의 하나가 송신단과 수신단의 혼신(crosstalk)이다. 송신단과 수신단과의 누화에는 광학적인 것과 전기적인 것이 있다. 광학적인 것은 송신단에서 나온 빛이 같은 트랜시버에 있는 수신단에 들어감으로써 잡음성분으로 기여하는 것이고, 전기적인 것은 송신단의 레이저 다이오드를 구동하기 위해 인가하는 전기적 신호가 같은 트랜시버 내에 있는 수신단으로 전달되어 신호의 혼선이 일어나는 것을 말한다. 허용 혼신의 크기는 광학적인 경우에는 약  $-40\text{dB}$ 이하이고, 전기적인 것은 약  $-100\text{dB}$ 이다. 이러한 수치가 나오게 된 것은, 수신단의 권고 수신감도의  $-10\text{dB}$ 이하로 떨어지는 점에 해당하는 혼선에서 나온 수치이다.  $-40\text{dB}$ 의 광학적 혼신은 쉽게 얻을 수 있는 수치이나,  $-100\text{dB}$ 의 전기적 혼신은 쉽게 얻을 수 없는 수치이다.

광학적 혼신은 두 가지 성분으로 나눌 수 있다. 첫 번째 성분은 송신단과 수신단을 분리하는 WDM필터, 방향성 결합기 등과 같은 송수신신호를 분리하는 필터의 혼신이고, 두 번째는 도파로를 거치지 않고 송신단에서 수신단으로 전달되는 누설 빛에 의한 것이다. 이러한 성분들은 기술적으로 어렵지 않게 해결될 수 있다.

반면에  $-100\text{dB}$ 이하의 전기적 혼신을 얻기 위해서는 여러 가지 기술적 요소들이 동원되어야 한다. 먼저 중요한 점은, 송신단과 수신단의 물리적인 거리가 멀

어야 한다. TO캔에 기반한 패키지에서는 송신단과 수신단이 같은 기판에 물려 있지 않기 때문에 낮은 전기적 혼신을 얻기 쉬우나 송신단과 수신단이 같은 기판을 사용하는 패키지에서는 송신단과 수신단의 거리를 멀리 떨어뜨려야 한다. 물리적 거리가 멀어짐으로써 전달되는 누화를 줄일 수 있다. 이와 함께 기판의 선택도 중요하다. 트랜시버의 동작주파수와 기판의 저항에 따라 전기적 혼신이 달라지기 때문이다. 이에 대한 연구가 필요하다. 또한, 전극 구조도 전기적 혼신에 영향을 미친다. 동작주파수가 높을수록 CPW(Coplanar waveguide)전극 구조가 유리하다. CPW전극 구조는 신호선 양옆에 접지선이 같이 따라가므로 혼신 성분을 흡수할 수 있다. 또한, 차폐구조도 필요할 수 있다. 기판을 타고 오는 혼신뿐 아니라 기판 위를 통해 오는 혼신도 있기 때문이다. 전기적 혼신은 이러한 몇 가지 요소기술들이 결합하여 줄일 수 있다.

PLC기반의 트랜시버는 각 광소자들의 수동정렬을 통해 대량생산과 가격의 저하를 유발시킬 수 있어 광가입자망의 도래를 앞당길 수 있을 것으로 예상되었으나, 현재로서 PLC기반의 트랜시버를 생산할 수 있는 곳은 일본의 NEC, 미국의 Xponent 등에 불과하고 이 기술의 대중화는 실현되지 않고 있다. PLC기반의 트랜시버도 수동정렬을 한다고는 하지만, 전자소자를 연결하는 것처럼 쉽게 각 소자들을 연결할 수가 없고, 송수신단의 혼신 때문에 예상보다는 쉽게 대중화되지 않고 있다.

각 광소자들의 정렬과 결합문제를 쉽게 해결할 수 있는 방안이 단일칩 트랜시버가 될 수 있다. 단일칩 트랜시버는 각 광소자간의 결합이 쉽게 되며, 유일한 하이브리드 결합이 광섬유와 트랜시버 칩과의 결합이다. 잘 동작하는 단일칩 트랜시버 칩이 개발되면 패키지에 요구되는 부담이 현격하게 줄어들어 광가입자망의 도래가 쉽게 이루어질 수 있음은 분명하다. 이러한 단일

칩 트랜시버에서 문제가 되는 것은 역시 혼신이다. 송수신단이 같은 기관을 공유하므로 자연히 혼신이 크게 된다. 혼신의 문제를 앞서 언급한 기술 또는 더 앞선 기술개발을 통해 해결하는 것이 단일칩 트랜시버가 극복해야할 문제이다.

### 3. 결론

E-PON, G-PON기반 광가입자망을 실현하기 위해서는 저가의 광트랜시버의 대중화가 필요하다. 그러나, PON은 기본적으로 광신호를 분기하는 구조를 가지고 있어, IEEE와 ITU-T에서 권고하는 송신부와 수신부의 표준은 점대점 광송수신에 비해 엄격하게 되어 있다. 결과적으로 기존의 광소자에 비해 더 나은 특성의 광소자가 필요하다. 이와 함께 동작 온도에 따라 특성이 크게 변하지 않는 광소자가 요구된다. 이러한 점이 PON에서 요구되는 광트랜시버를 구현하는데 있어 중요한 사항이다. 이와 함께 송신단과 수신단의 혼신

을 억제하는 기술개발이 필요하다. 이러한 기술들을 해결하여 G-PON, E-PON에 맞는 광트랜시버를 생산하는 업체는 전세계적으로 거의 없는 상황이다.

이때, 광가입자망 조기구축에 따른 시장 점유 및 관련 산업활성화 측면에서 본 표준화 추진사항 활용 및 국내 고유기술 확보에 관한 추진체계 확립이 무엇보다 중요한 시점이라고 생각한다. 최근의 국내에서 E-PON 및 WDM-PON 시스템의 필드 테스트에 관한 소식은 앞으로 시장 파급효과가 클 것으로 예상되는 이 분야에서 늦었지만 의미있는 추진이고, 본 기술의 파급효과 극대화를 위해서는 자체개발한 부품기술을 접목하여야 할 것이다. 고유기술을 활용한 독창적이고 경쟁력 있는 기술을 자체 개발하여 선진국과의 차별성 확보가 무엇보다 중요한 시점이다. 2006년 이후 생성될 큰 시장에, 미리 독창적이고 차별화시킬 수 있는 기술을 개발하여 경쟁력을 확보함으로써 관련 시장 창출 및 활성화를 유도할 수 있는 기술확보가 매우 중요한 시점이다. 