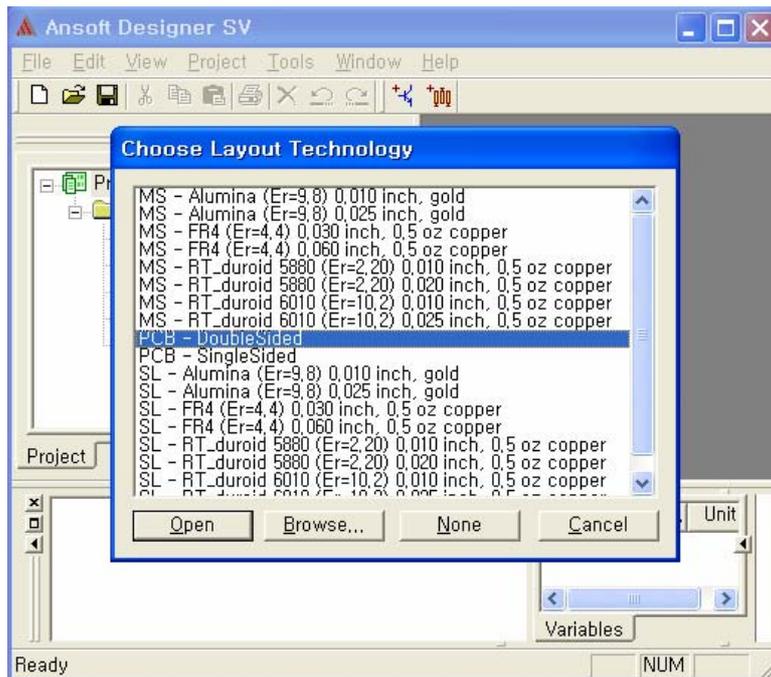


## Transmission Line Tool을 사용한 Hybrid Branchline coupler 설계

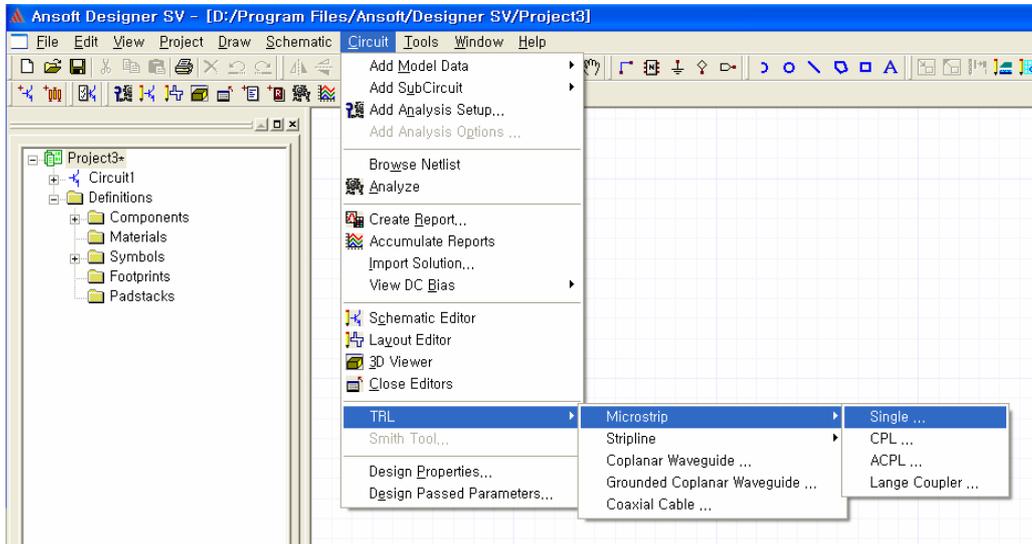
Ansoft Designer SV 의 전송선로 계산기(TRL)를 이용하여 실제로 1.85GHz 에서의, Hybrid Branchline Coupler를 설계하여 보도록 하자.

Hybrid Branchline coupler를 제작하기 위해서는 먼저 바탕화면에 Ansoft Designer SV 바로 가기 icon 을 double-click 하거나, 시작 > 프로그램 > Ansoft > Designer SV > Ansoft Designer SV 순으로 선택하면 Ansoft Designer SV가 시작된다. SV Desktop Window가 시작되면 File > New 또는  을 클릭하여 New Project을 만들고 project1을 오른쪽 클릭하여 Insert → Insert Circuit Design을 선택하거나,  아이콘을 누르면 프로젝트에 새로운 Circuit Design이 생성된다.

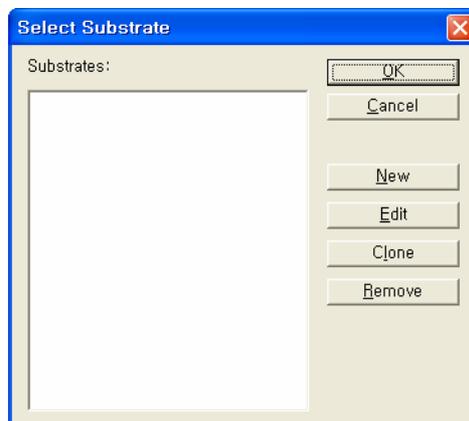
이제 다음과 같이 Ansoft Designer Desktop 전체에 화면이 나타날 것이다.



Choose Layout Technology는 Designer SV에서 제공하는 기판정보를 제공한다. 새로운 기판정보를 사용하기 위해서 None을 선택하면 된다.



TRL을 구동시키면 다음과 같이 정확한 전송선로의 길이와 폭을 알기 위해 기판을 선택하기 위한 Select substrate 창이 뜬다.

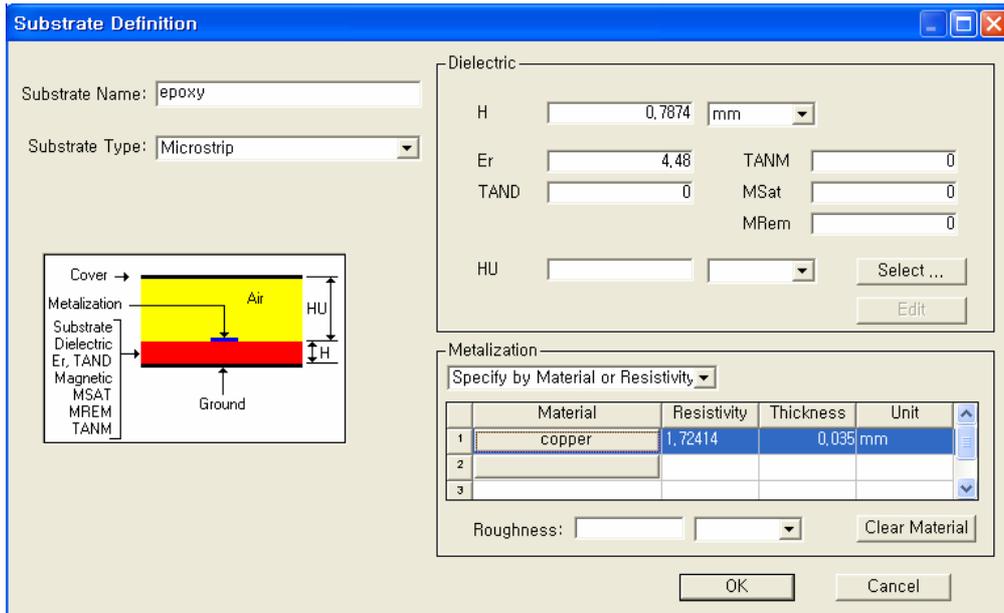


다음에 나열한 사항들은 꼭 필요한 것들이며 참고로, FR4-epoxy 기판의 사양을 나타냈다.

유전체	Epoxy
유전율( $\epsilon_r$ )	4.48
도체두께(t)	0.035mm
높이(h)	0.7874mm

New 버튼을 클릭하면 Substrate Definition 창이 뜬다

만약 Designer에서 제공하는 기판정보를 이미 선택한 경우에는 창에 기판리스트가 추가된다.



▷ Substrate Name 항목에 epoxy라는 기판이름을 입력한다.

□ Substrate Type이 Microstrip인지 확인한다.

□ Dielectric 영역 중에서 사용할 기판의 정보를 입력한다

기판두께 (H) = 0.7874mm

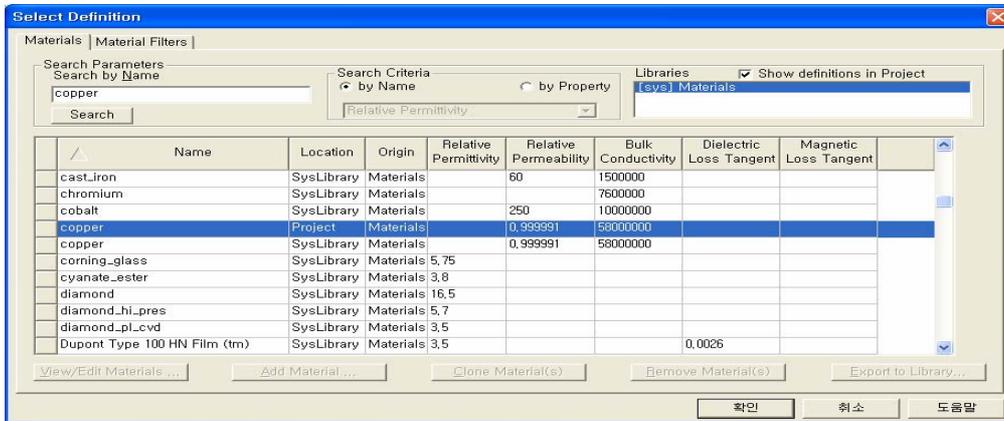
비유전율 ( $\epsilon_r$ ) = 4.48

나머지 다른 항목은 기본으로 비워둔다.

▷ Metallization 영역에서 사용할 기판의 Bottom과 Top Metal Layer의 재질 및 두께를 지정한다.

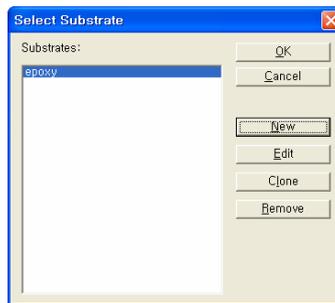
Material 리스트에서 1번의 Material 부분을 클릭하면 Select Definition 창이 뜬다.

검색란에 Copper를 타이핑하여 라이브러리에 있는 Copper 정보를 불러들인다. 확인을 눌러서 선택을 종료하고 창을 빠져 나온다.

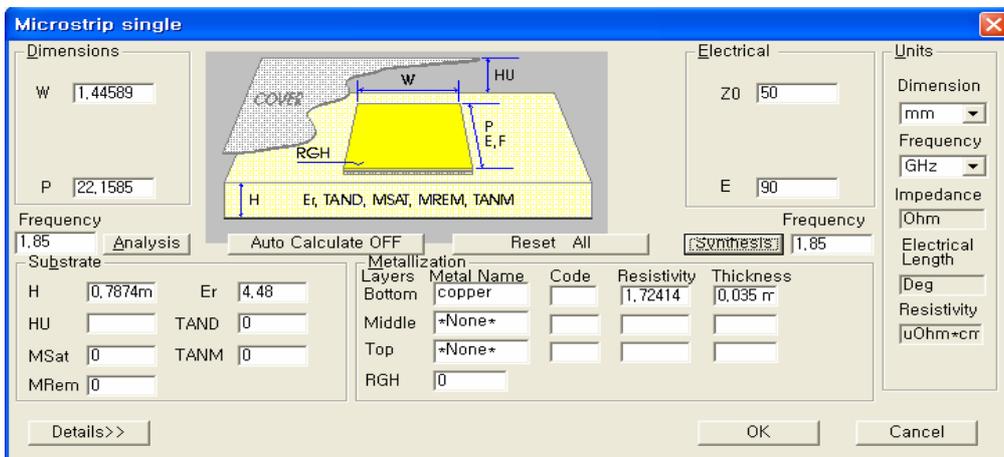


Thickness에 0.035mm를 입력한다. 확인을 눌러서 Select Definition 창을 빠져 나온다.

▷ 입력한 기판 epoxy가 리스트에 추가되어있으며 선택된 상태에서 OK를 클릭한다.



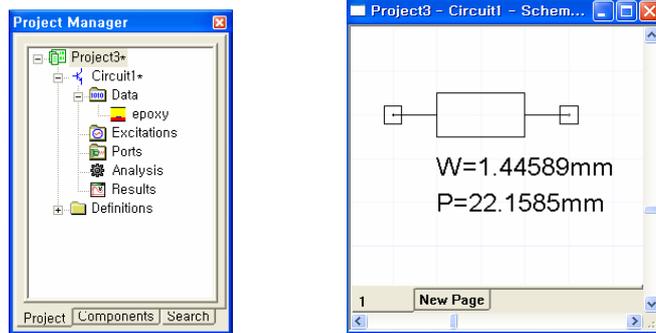
▷ Microstrip Single 창이 뜬다.



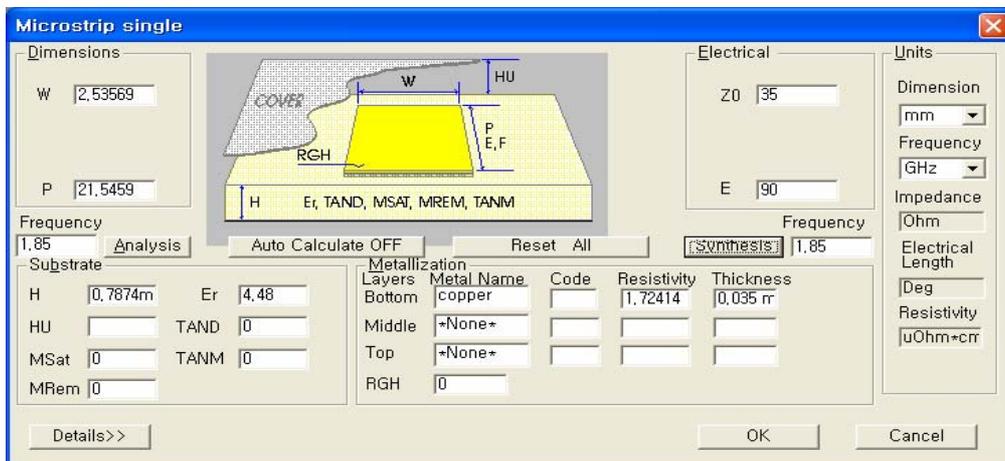
▷ Electrical Area 에서 정해진 기판에서 선로의 특성 임피던스  $Z_0$ 가 50Ω, 선로의 전기적 길이(Electrical Length)가  $90^\circ(\lambda/4)$  일 때  $Z_0$ 에 임피던스 50을, E에 선로의 전기적 길이 90을 입력한다.

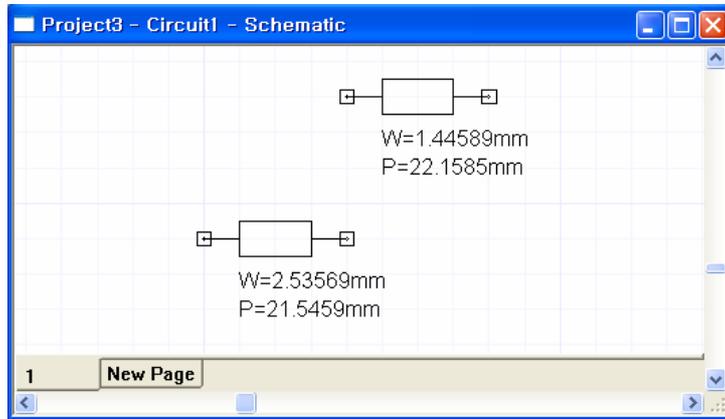
□ Frequency 란에 설계할 회로의 중심 주파수를 입력한 후 Synthesis 버튼을 Click 하면 왼쪽 상단의 Dimensions에 해당하는 선로의 폭(W)과 물리적 길이(P)가 나타난다. 선로의 폭은 이론적 수식에서 알 수 있듯이 특성 임피던스에 따라 변화하며 전기적 길이와는 무관하여, 임의의 임피던스에 해당하는 선로의 폭과 물리적 길이를 쉽게 구할 수 있다.

□ 주파수에 대한 선로의 폭(W)과 물리적 길이(P)가 계산되었다면 OK를 클릭하고 Microstrip Single 창에서 빠져 나온다.



▷ 임피던스  $Z_0$ 가 35Ω, 선로의 전기적 길이(Electrical Length)가  $90^\circ(\lambda/4)$ 일 때의 경우의 전송선로를 계산하여 Schematic에 놓는다.



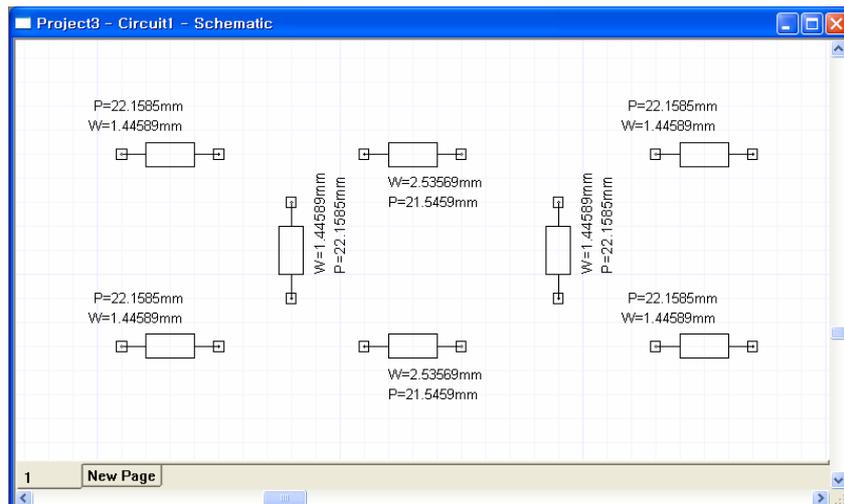


▷ 35Ω 전송선로를 Edit → Copy를 이용하여 복사한 후 Edit → Paste를 이용하여 하나 더 추가한다.

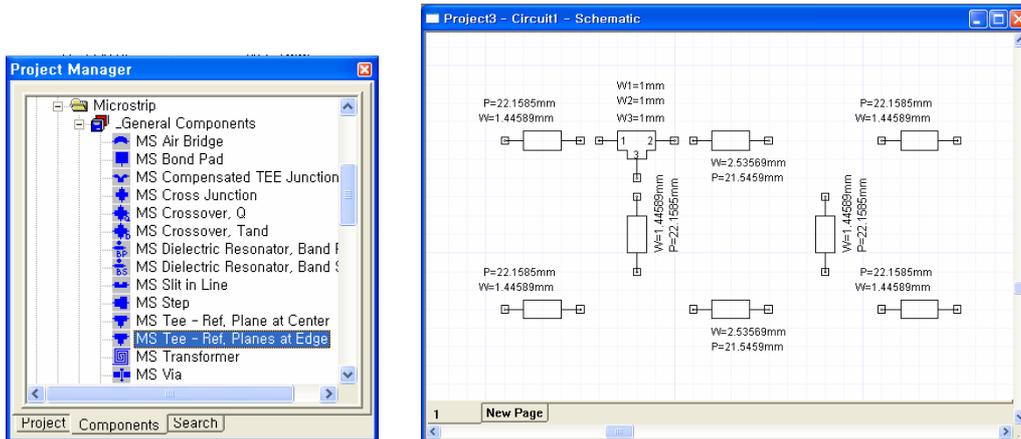
▷ 50Ω 전송선로를 5개 추가한다.

▷ 50Ω 전송선로를 Draw → Rotate를 이용하여 복사한 후 Edit → Paste를 이용하여 하나씩 추가한다 (마우스 왼쪽 클릭으로 선택 후, 또는 오른쪽 클릭 Rotate)

▷ 위의 작업을 수행하여 다음과 같은 회로를 꾸민다.



▷ Project Manager 창 하단의 Component Tap으로 이동하여 Microstrip → General Component → MS Tee Ref. Planes at Edge을 선택한 후 더블 클릭하여 다음 schematic과 같이 내려놓는다. Merge Layer 창에서는 merge layer를 클릭한다.



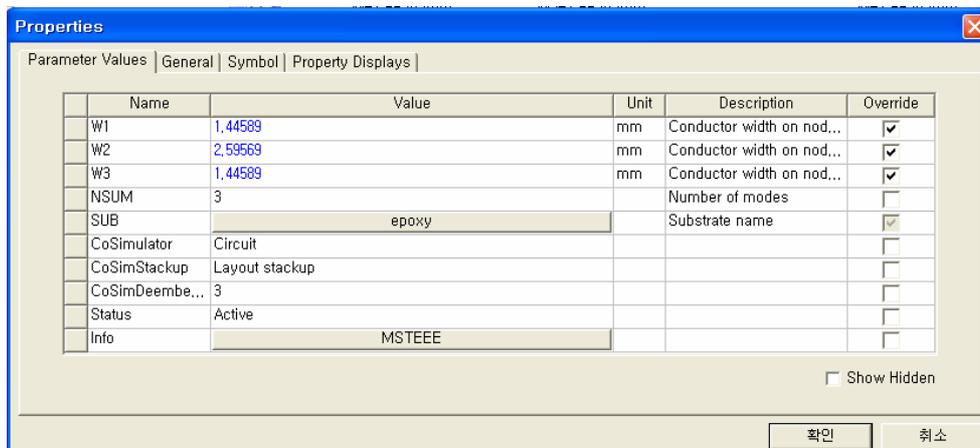
▷ MS Tee를 더블 클릭하여 Property 창을 띄운 후 각각의 node에 만나는 선로의 폭을 입력한다.

W1=1.44589mm

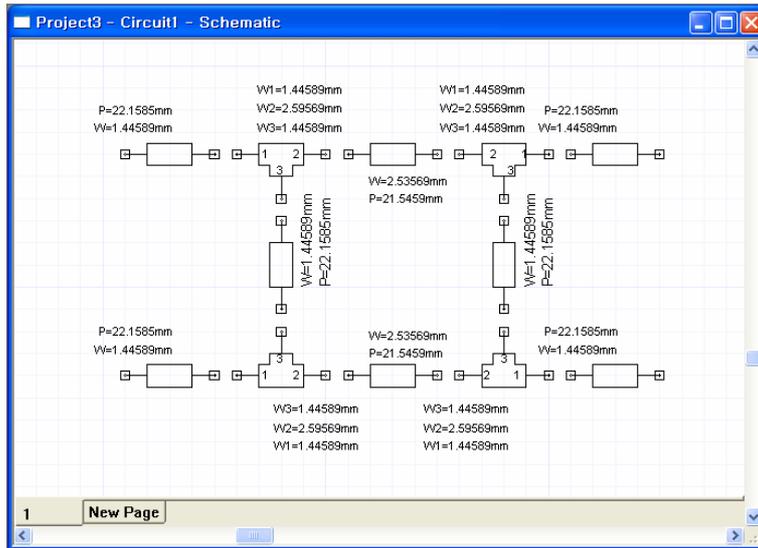
W2=2.53569mm

W3=1.44589mm

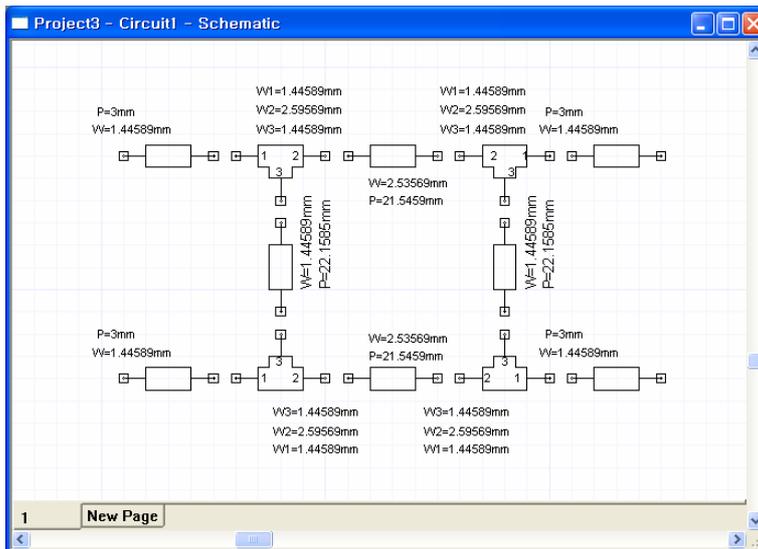
또는 기본 창인 Property Window에서 직접수정도 가능하다.



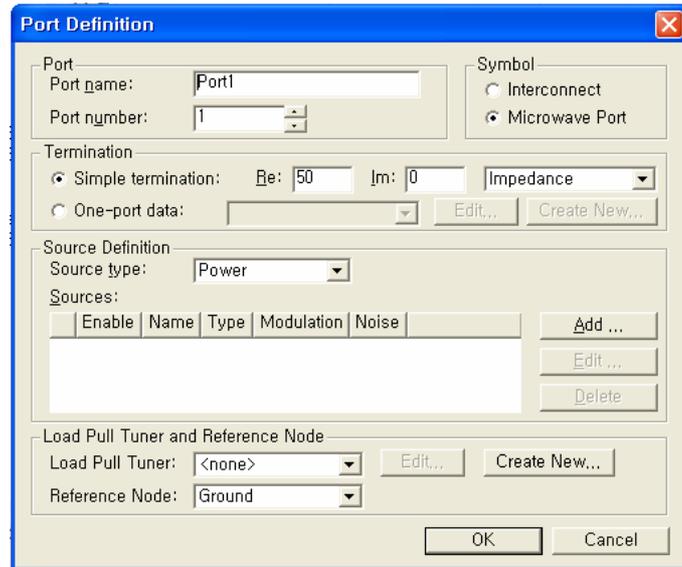
▷ 변경한 MS Tee를 선택하여 Copy, Paste, Rotate, Flip XY를 이용하여 아래와 같이 배치한다.



▷ Ctrl키를 누른 상태에서 바깥쪽에 있는 4개의 50옴 전송선로를 선택한다. Property Window에서 선로의 길이를 3mm로 수정한다.

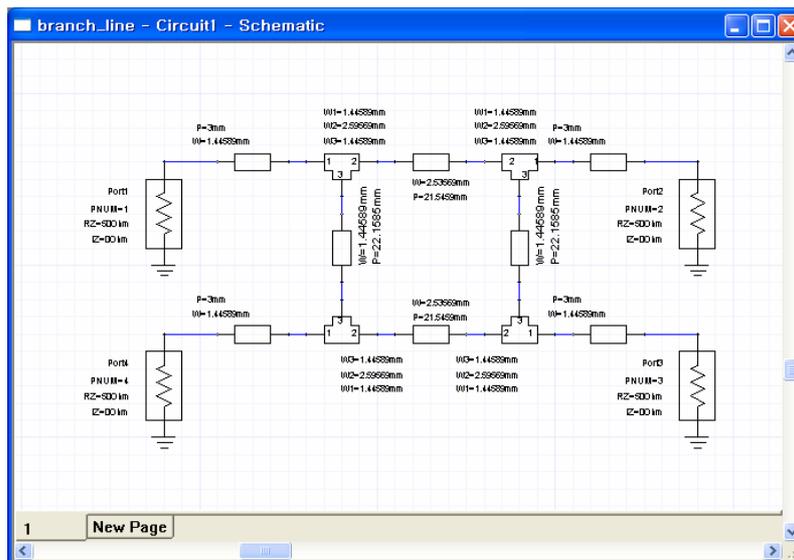


▷ 입력포트를 가져오기 위해 Ansoft Designer SV 메뉴창의 단축 아이콘들 중에 Interface Port의 아이콘  을 클릭해 Schematic에 내려놓는다. Schematic에 놓여진 Interface Port를 더블 클릭하여 Symbol을 Microwave Port로 변경한다

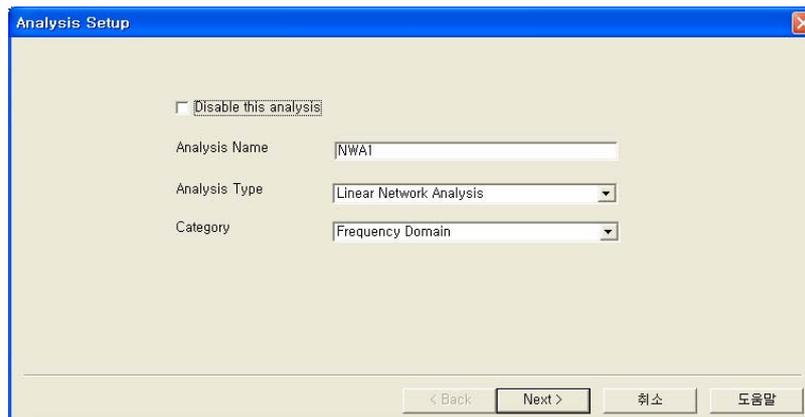
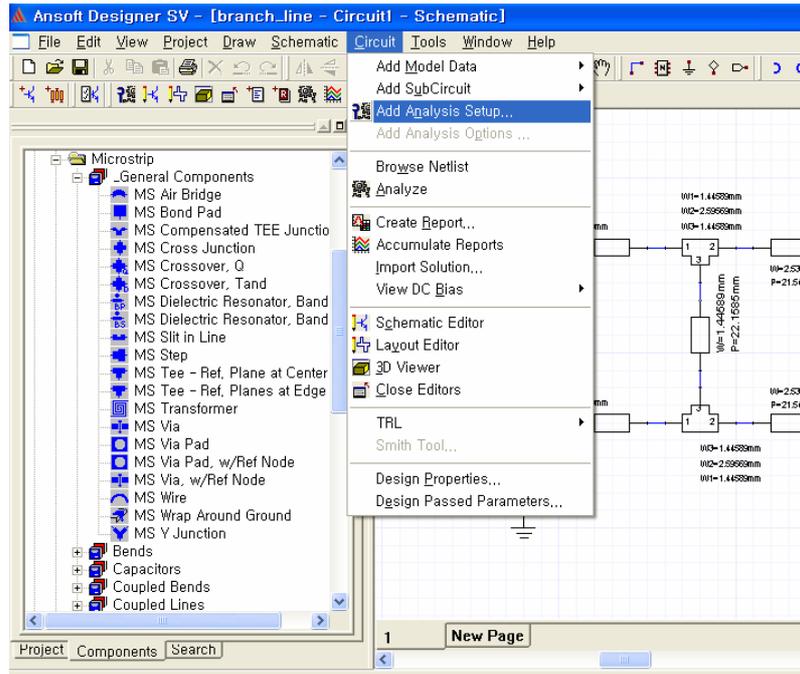


변경된 포트를 복사하여 50옴 전송선로들의 끝 단에 연결한다.

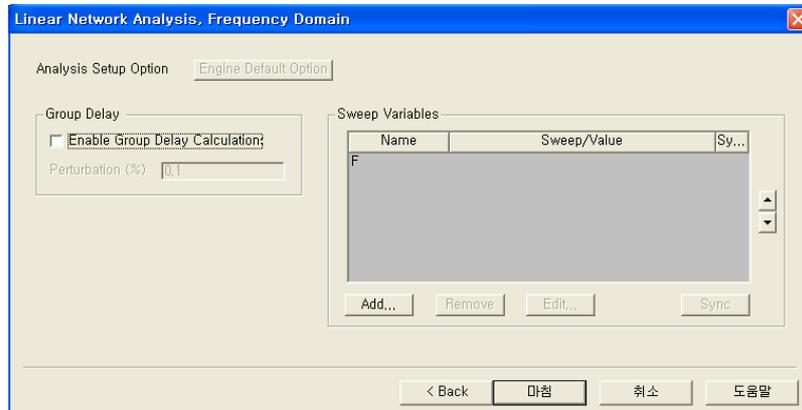
▷ 이어지지 않은 각각의 노드들을 연결하여 회로를 완성시킨다. 노드에 마우스를 가져가면 커서가 X 형태로 변하는데 이때 왼쪽클릭을 하여 각각의 노드들을 연결한다.



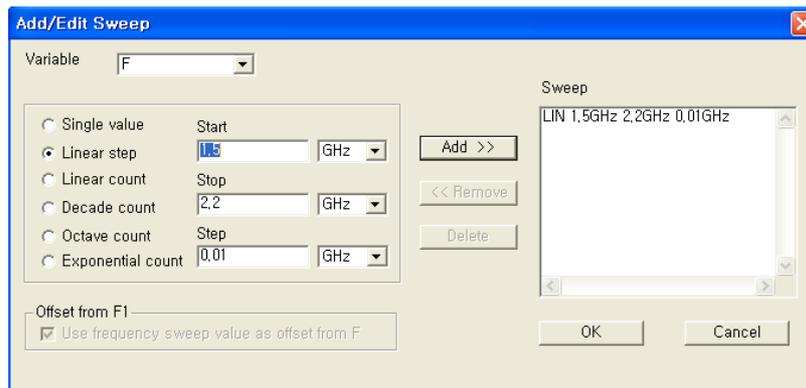
▷ 회로를 해석할 기준이 될 주파수 범위를 설정하기 위한 Analysis Setup을 설정한다. 메인 메뉴의 Circuit → Add Analysis Setup, 또는 Project Manager 창에서, Analysis → Add Analysis Setup을 클릭한다.



▷ Analysis Setup 창이 뜨면 Next를 클릭한다.



▷ Sweep Variables Area에서 Add를 클릭한다.



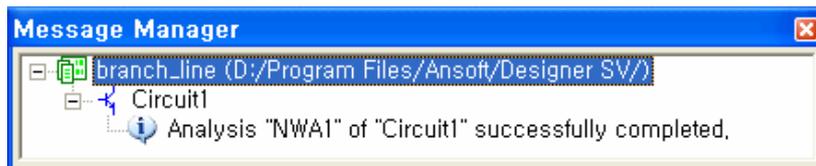
▷ Sweep Variables Area 에서 Add를 클릭한다.

주파수 범위 Type을 Linear step으로 선택하고 Start를 1.5GHz, Stop을 2.2GHz, Step 은 0.01GHz으로 입력한 후 Add>>를 클릭하여 Sweep 리스트에 추가시킨다.

이로서 앞에서 구성한 회로를 1.5GHz 에서 2.2GHz까지 단위 10MHz로 주파수 응답특성을 계산하게 된다. OK 버튼과 마침 버튼을 눌러서 Setup 창을 빠져 나온다.

Project Manager 창에 포트와 Analysis Setup인 NWA10이 추가된 것을 확인할 수 있다. 전체회로 구성과 설정이 끝났으면 Simulation을 해보자.

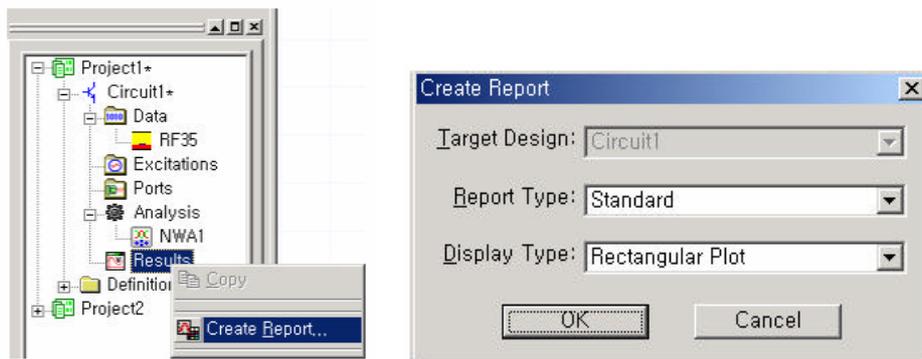
- ▷  아이콘을 클릭 또는,  
Main Menu → Circuit → Analyze  
Project Manager 창에서 Analysis 오른쪽 클릭 → Start Analysis, 또는  
Project Manager 창에서 NWA1 오른쪽 클릭 → Analyze NWA1, 또는



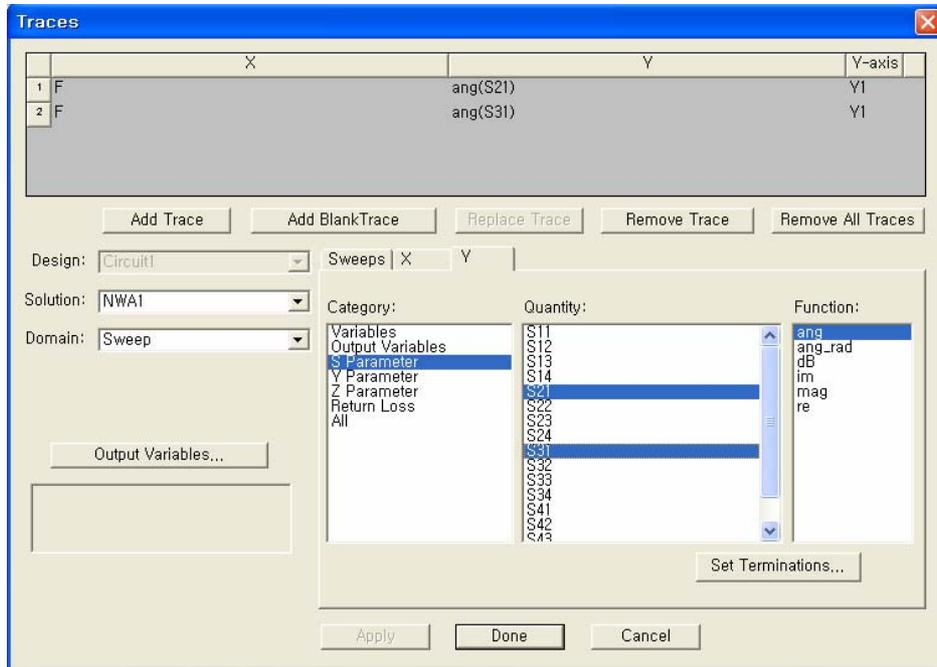
해석이 종료되면 위와 같은 Message Manager 창에 메시지를 뿌려준다. 만일 회로구성에 문제가 있다면 진행도중 오류가 발생했음을 알리며 오류가 발생한 원인과 문제의 회로를 안내해 준다.

- ▷ 출력 응답을 보기 위해선 Project Manager 창에서 Results 에서 오른쪽 클릭 → Create Report를 클릭.

설계된 회로에서 S21과 S31의 위상 차가 90이 되는지를 확인해야 하며 이를 위해 Function 을 Ang로 하여 S21, S31의 응답특성을 동시에 비교 해서 관찰하여야 한다.



- ▷ Report Type 을 Standard  
Display Type을 Rectangular Plot으로 선택 후 OK



▷ 2포트 와 3포트 간의 위상 차 관찰

Solution : NWA1

Domain : Sweep

Category : S Parameter

Quantity : S21, S31 (Ctrl 키를 이용하여 Multi-Selecting)

Function : Ang

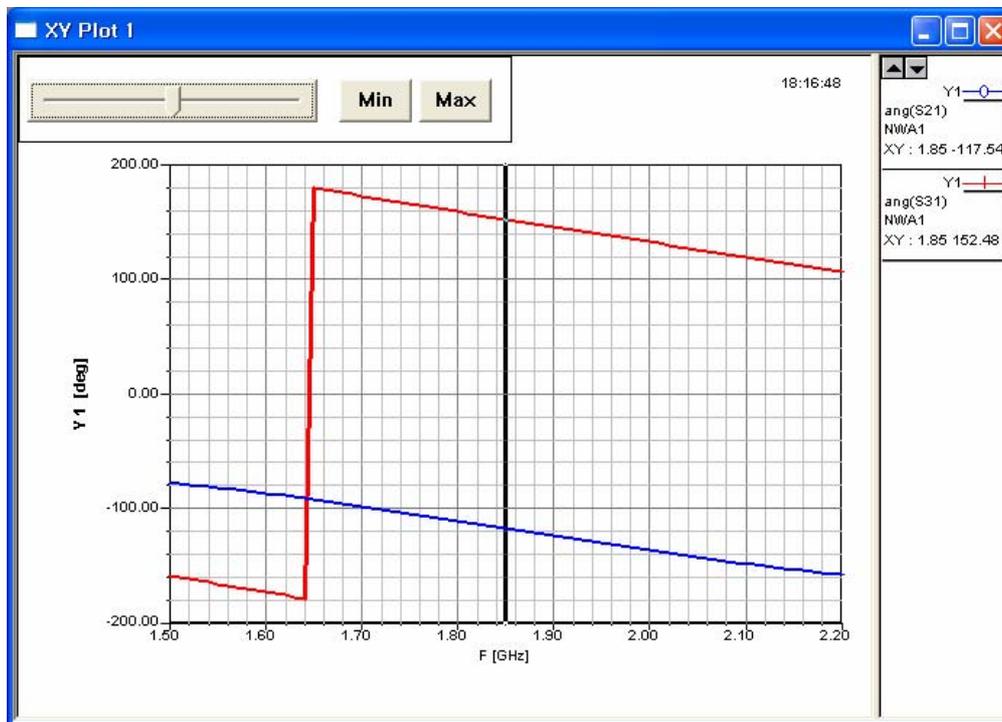
선택 후 Add Trace

Done

▷ 직각 좌표계 화면에서 오른쪽 클릭 → Mark All Trace

출력 응답을 보기 위해선 Project Manager 창에서 Results 에서 오른쪽 클릭 → Create Report를 클릭.

▷ 각 포트에서의 전력분배특성을 S-parameter(dB)를 보기 위해선 Project Manager 창의 Results 에서 오른쪽 클릭 → Create Report를 클릭.



▷ Report Type을 Standard Display Type을 Rectangular Plot으로 선택 후 OK

▷ 포트 1에서 포트 4간의 전력 분배비 관찰

Solution : NWA1

Domain : Sweep

Category : S Parameter

Quantity : S11, S21, S31, S41 (Ctrl 키를 이용하여 Multi-Selecting)

Function : dB

선택 후 Add Trace

Done

**Traces**

	X	Y	Y-axis
1	F	dB(S11)	Y1
2	F	dB(S21)	Y1
3	F	dB(S31)	Y1
4	F	dB(S41)	Y1

Design:  Sweeps:

Solution:

Domain:

Category:	Quantity:	Function:
Variables	S11	ang
Output Variables	S12	ang_rad
S Parameter	S13	dB
Y Parameter	S14	im
Z Parameter	S21	mag
Return Loss	S22	re
All	S23	
	S24	
	S31	
	S32	
	S33	
	S34	
	S41	
	S42	
	S43	

