

Tanner L-EDIT MEMS

Tutorial

(2016.1 Version Based)



(주) ED&C

www.ednc.com

서울시 영등포구 선유로 146

이앤씨 드림 타워 1113호

전화 : (02) 2069-0099 팩스 : (02) 2628-0021

1. Introduction

Tanner Tools 은 Analog, Mixed-Signal 그리고 MEMS IC Design 을 진행하는데 필요한 Schematic Capture, Analog Simulation, Physical Layout, Verification, Synthesis 에 Place & Route 기능까지 모 든 Design Flow 에 해당하는 제품을 완벽하게 지원합니다.

이 문서는 Tanner L-EDIT 에서 MEMS Layout 를 위해 제공하는 몇몇 기능을 따라 하기 위한 문서 입니다.

1.1 Installation

제품을 설치 한 후에 L-EDIT 를 처음 실행을 하거나, 상단 메뉴의 HELP > Setup Examples and Tutorial 를 선택하거나, 시작 메뉴에서 All Programs > TannerEDA > Tanner Tools v2016.1 > Setup Examples and Tutorial 을 선택 하면 아래와 같이 Example 과 Tutorial Data 설치 화면이 나타납니다.



위 의 화면에서 Setup 을 선택하면, **내문서 > TannerEDA> Tanner Tools v2016.1 > Tutorial** 디 렉토리에 데이터가 만들어 집니다. 만약, 해당 Tutorial 디자인이 수정되거나, 일부 삭제가 된 경우 위의 과정을 통해 언제든지 다시 Data 를 설치할 수 있습니다.

2. MEMS Layout

이번 섹션에서는 MEMS Layout Design 을 L-EDIT 를 이용하여 편집하는데 있어서 유용한 기능 몇 가지를 제공합니다.

2.1 Boolean / Grow Operation

새로운 Polygon 을 만들 때, Draw > Boolean / Grow Operation 을 이용하여 이미 만들어진 하 나 이상의 다른 Object 와 Logical 연산을 진행 할 수 있습니다.

Boolean/Gro	ow Operations	×
<u>R</u> esult:	Active	OK
Operation:	Grow By: 5.000 Microns	Cancel
<u>I</u> nputs:	1 box on Active	
	Delete inputs after operation is done	

Logical 연산을 진행할 하나 이상의 Object 를 선택 하신 후에 L-EDIT 의 상단 메뉴에서 Draw > Boolean / Grow Operation 를 통해서 진행 할 수 있습니다. All-Angle Polygon, Wire, Circle, Pie Wedge, Tori 가 전부 유효한 Object 로 선택할 수 있습니다. 원하는 Object 를 선택하고, 작업하 고자 하는 Operation 과 Result 를 선택하고 OK 버튼을 클릭하면, 해당 결과 Layer 가 L-EDIT 상 에 보여지게 됩니다.



Step 1. Open 되어 있는 모든 Cell Layout Window 를 Close 합니다.

Step 2. File > Open 을 선택하여, Tutorial Data 디렉토리에 있는 Tutorial.tdb 파일을 선택하여 Open 합니다.

Step 3. Design Navigator 에서 Exercise_5 Cell 선택하여 Open 합니다.

Step 4. Exercise_5 Cell Layout 의 Metal3 box 를 선택하여 아래와 같이 오버랩 되도록 움직입니다.



Step 6. **Draw > Boolean / Grow Operation** 를 선택하거나 HOTKEY **B** 를 이용하여 아래의 창을 오픈 합니다.

Boolean/Gro	w Operations	×
<u>R</u> esult:	N Well	ОК
Operation:	Subtract (B-A) By: 5.000 Microns	Cancel
<u>I</u> nputs:	A: 1 box on Metal3 B: 1 box on Poly	
	Delete inputs after operation is done	

Step 7. 위의 그림과 같이 Result 는 N-Well Layer 를 선택하고 Operation 은 Subtract (B-A) 를 선택하고 OK 를 클릭합니다.

A 와 B 에 대한 정보는 위의 창의 Inputs 정보를 통해 A 와 B 에 해당하는 Objects 정보를 확 인할 수 있습니다.

Step 8. 그리면 아래와 같은 Logical 연산 결과가 N-Well Layer 형태로 보여집니다.



Step 10. 이제 작업을 진행했던 Layout Window 를 Close 합니다.

 Image: A start of the start of	End of Exercise

2.2 Mask Bias

Mask Bias 기능을 이용하여, 다른 Geometrics Objects Layer 간에 삭제 하거나 Resize 를 할 수 있습니다. 해당 기능은 Tools > Add-Ins > Mask Bias 메뉴를 통해서 할 수 있습니다.

Layer map		* × + ↓	Save
Drawn	Grow By (Microns)	Mask	Cancel
Delete geome	try on target layer prior to resize		
Delete geome	try on target layer prior to resize try on source layer after resize		
 Delete geome Delete geome Merge geome 	try on target layer prior to resize try on source layer after resize try after resize		
Delete geome Delete geome Delete geome Merge geome	try on target layer prior to resize try on source layer after resize try after resize		
Delete geome Delete geome Merge geome Resize geometry in: -	try on target layer prior to resize try on source layer after resize try after resize ly		
Delete geome Delete geome Delete geome Merge geome Resize geometry in:-	try on target layer prior to resize try on source layer after resize try after resize ly cts in active cell only		
Delete geome Delete geome Delete geome Merge geome Resize geometry in:	try on target layer prior to resize try on source layer after resize try after resize ly cts in active cell only d descendants		
Delete geome Delete geome Delete geome Merge geome Resize geometry in:-	try on target layer prior to resize try on source layer after resize try after resize ly cts in active cell only d descendants ive file		

해당 Layer 에 Microns Number 를 기입하여, 해당 Layer 를 확장하거나 축소할 수 있습니다. 또 한 선택한 Layer 의 Geometry Data 를 수정하거나 삭제 혹은 Merge 역시 진행 할 수 있습니다.

2.3 Curves

L-EDIT 에서 제공하는 all-angle Tool 을 이용하여, Polygon 의 edge 를 Orthogonal, 45-degree, 혹은 all-angle 형태의 Curve 로 변경할 수 있습니다. 이 옵션은 기존에 만들어진 Polygon 에만 적용이 되고, 해당 Curve 를 처음부터 생성하지는 못합니다.



Step 3. Exercise_5 의 Layout 중에 Blue Polygon 의 한 Edge 를 🔐 key, use the RMB



key,를 누르고 있는 상태에서 마우스의 휠 버튼 클릭하여 마우스 액션을 ARC 로 변경한 후에 드래그 하여 해당 Edge 를 Curve Edge 로 변경할 수 있습니다.



만약, ^(CM) key, 를 누르고 있는 상태에서 마우스 휠 버튼을 클릭해도 마우스 액션 메 뉴가 ARC 로 변경이 되지 않는 경우엔 Step > Application – General 탭 메뉴의 Drawing mode 를 All Angle & Curves 로 변경한 후에 다시 시도해 보면 됩니다.

Step 4. 이제 Exercise_5 Cell 을 Close 합니다.

End of Exercise

2.3.1 Chamfers & Fillets

두 개의 Surface 를 연결하는 Chamfer 를 User 를 원하시는 Style 로 구현할 수 있습니다. 일반 적으로 45-degree 형태로 연결이 되지만, Fillet 을 이용하여 아래와 같이 Curved 형태로 Chamfer 를 구현할 수 도 있습니다.



이와 같은 작업을 진행하기 위해서는 L-EDIT 상단의 **Draw > CurveTools > Chamfers...** 메뉴나 **Draw > CurveTools > Fillet...** 메뉴를 선택해서 아래의 Chamfer/Fillet 메뉴를 통해 사용할 수 있 습니다.

porduori	_On		anna an an an
Chamfer	C Selec	cted vertices	dd Remove
Fillet	Entire	e object	
Which vertices			
Convex vertices	Distance	2.000	Microns
Concave vertices	Distance	2.000	Microns
mbi	ch deviate le	ess than 0.025	i Microns
V91.0			
.imit			
imit Only consider vertic	es whose ar	ngle is	
imit Only consider vertic betweer	es whose an	ngle is and 100	degrees
imit Only consider vertic betweer ✓ Display markers at v	es whose an	ngle is and 100	degrees

3. Exporting and Importing Data Files

유저는 GDSII, CIF, DFX, Gerber File 과 BMP, GIF, JPEG, TIFF 같은 파일 역시 L-EDIT 를 사용하는 과정에서 Import 하여 사용할 수 있습니다. 이번 과정에서는 Data 를 해당 파일로 Export / Import 하는 과정에 대해 진행됩니다.

3.1 Exporting GDSII Files

아래와 같이 **File > Export Mask Data > GDSII** 메뉴를 통해 L-EDIT Design Data 를 GDSII 파일 로 저장할 수 있습니다, 단, 비어있는 Cell 은 저장할 수 없습니다.

Export GDSII	×
- To file:	GDSII units:
Tutorial.gds Browse	C GDSII default (1 database unit = 0.001 microns)
□ <u>Zip</u> output file	Custom: <u>1</u> database unit = 0.001 microns
Export scope:	1 database unit = 0.001 user units
• <u>A</u> ll cells	Cell names:
C Active cell	
C Eabrication cell	Restrict cell names to: 32 (Standard)
C Cell: RingVCO_Completed:Tutorial	
C Cells from libraries:	Map fil <u>e</u> :
O Cells selected in navigator	Browse
✓ Include hierarchy	
Exclude libraries:	Do not export hidden objects and layers
	Overwrite object data type with layer data type
Sava las fila ta:	Calculate MOSIS checksum
	Check for self-intersecting polygons and wires
<u>B</u> rowse	□ Fracture polygons with more than 199 vertices
✓ Open log in window	
Egport	Cancel

GDSII 파일은 IC Design 의 산업표준 파일입니다. GDSII 파일을 저장하는 과정에서 Zip 혹은 Gz 으로 압축을 하거나, 현재 열려있는 Cell 이 아니라 특정 Cell 을 따로 지정하거나 모든 Cell 에 대해서도 혹은 Hierarchy 구조로 되어 있는 경우엔, 해당 Hierarchy 구조를 포함하는 형태로 GDSII 파일을 저장할 수 있습니다. File > Import Mask Data > GDSII 를 통해 GDSII 파일을 읽어올 수 있습니다.

From file:		Import
[Browse	Cancel
f unknown layers are found:-		
Prompt		
C Generate new layers		
Treat different GDSII data ty	ypes on a layer as different layers	
Treat different GDSII data ty Overwrite existing cells:	ypes on a layer as different layers	
Treat different GDSII data ty Overwrite existing cells: C All C Top design only	ypes on a layer as different layers	
Treat different GDSII data ty Overwrite existing cells: All Top design only None	ypes on a layer as different layers	
Treat different GDSII data ty Overwrite existing cells: All Top design only None Database resolution:	ypes on a layer as different layers	
Treat different GDSII data ty Overwrite existing cells:	vpes on a layer as different layers	

GDS 파일을 Import 하는 과정에서 Export 할때 설정한 Zip, Gz 으로 압축한 있는 파일을 불러오 는 경우 자동적으로 압축을 해제하여 GDS 파일을 불러 옵니다. 또한 기존 Data 에 Overwrite 를 하는 경우에는 Top 만 Overwrite 할 것인지, 아님 전체 즉 All Overwrite 를 진행할 지 지정할 수 있습니다. 더불어, Display Resolution 역시 유저가 원하는 형태로 변경해서 불러 올 수 있습니다.

3.3 Exporting DXF Files

아래와 같이 File > Export Mask Data > DXF 메뉴를 통해 L-EDIT Design Data 를 DXF 파일로 저 장할 수 있습니다. DXF 는 현재 사용하고 있는 Cell 에 있는 모든 Layer 에 대해서 저장을 하지만, 숨겨져 있는 Layer 는 저장을 하지 않습니다.

Export DXF	X
Exporting cell: RingVCO_Completed DXF dimensions: 51.875 x 37.5 (Microns)	OK Cancel
To file: Tutorial.dxf Browse Edit	I
Export L-Edit wires as DXF open polylines	
Export curved objects as straight polygons	
Ratten output	

DXF (Drawing Exchange Format) 파일 형식은 **AutoCAD** 에서 사용 가능한 파일입니다. 위의 **Export L-EDIT wires as DXF open Polylines** 옵션을 체크를 하고 저장을 하면, 모든 wire 는 "Open Polylines" 형태로 저장됩니다.

더불어, Curved Object 를 straight polygons 형태로 저장하고자 아는 경우에는 **Export curved objects as straight polygons** 체크하고 진행하면 됩니다. 그렇지 않으면, Curved Objects 는 Real Curved Objects 로 저장됩니다. **Flatten output** 을 체크를 하는 경우엔, Data 가 Flatten 하게 저 장됩니다.

3.3 Importing DXF Files

아래와 같이 File > Import Mask Data > DXF 메뉴를 통해서 DXF 파일을 L-EDIT 로 불러올 수 있습니다, 그리고 해당 파일은 L-EDIT 로 불러오는 과정에서 DXF ARC 는 zero-area polygon 으 로 인식되고 DXF LINE 은 zero-width Polyline 으로 인식됩니다. 만약, Curve 형태의 Open POLYLINE 이 있는 경우에는 curved edge 와 wire 에 256 을 초과하지 않는 segment 값을 포함 해야 합니다.

From file:		Bn	owse Edit	ОК
i MBB Unknown				Cancel
ale: 1 DXF unit = how	v many Microns	?		4.
Objects with Non-Zero Elevation				7
C Ignore these objects				
Collapse these objects to Z=0 plane				
C Accept only objects in Z range:	0	to 0	DXF units	
Merge Open Polylines				7
Merge with tolerance:		Microns		
Do not import hatch fills or dimension	s			

DXF 파일을 불러오는 과정에서 올바은 Scale 값을 지정할 수 있습니다. DXF 파일에는 3D 데이 타를 포함되어 있는 경우가 있는데, 만약 3D Object 를 무시하고자 하는 경우 Collapse these objects to Z=0 plane 을 선택하면 됩니다. 만약 특정 Z 값의 Objects 만 불러오고 싶다면, Accept only objects in Z range 옵션을 선택하고 원하는 값을 넣어주면 해당 값의 Objects 만 불 러집니다.

해당 옵션은 SolidWorks 와 같은 3D Cad Tool 에서 많은 도움이 됩니다.

마지막 옵션은 Merge Open Polyline 옵션은 Open Polyline 을 병합하는 옵션이며, 병합하는 과정 에 때때로 Object 분리되어 읽어지는 segment 들을 polygon 으로 병합해서 보고자 할 때 도움이 됩니다.



Step 1. L-EDIT 를 실행하여 tutorial.tdb 파일 불러옵니다.

```
Step 2. File > Export Mask Data > GDSII 를 선택합니다.
```

Export GDSII	×
To file:	GDSII units:
Tutorial.gds Browse	GDSII default (1 database unit = 0.001 microns)
☐ Zip output file	Custom: 1 database unit = 0.001 microns
Export scope:	1 database unit = 0.001 user units
 All cells 	Cell names:
C Active cell	Preserve case O Upper case O Lower case
C Fabrication cell	Restrict cell names to: 32 (Standard)
C Cell: NMOS_1:Tutorial	
C Cells from libraries:	Map file:
C Cells selected in navigator	Browse
Include hierarchy	
Exclude libraries:	✓ Do not export hidden objects and layers
Log file:	Overwrite object data type with layer data type
Save log file to:	Calculate MOSIS checksum
	Check for self-intersecting polygons and wires
Browse	Fracture polygons with more than 199 vertices
✓ Open log in window	
Export	Cancel

위의 그림과 같이 선택을 하고 Export 를 클릭합니다.

Step 3. Export 를 클릭을 하면, L-EDIT 에서 아래와 같은 Log 를 보여주는 창이 활성화 되어지고, 해당 Log 내용을 통해 올바른 Cell 이 Export 되어있는지 확인 할 수 있습니다.

```
Exp646E.log
                                                          GDSII Export
                                                                    .
  L-Edit Version: L-Edit Win64 16.03.20130808.06:16:22
                                                                    Ξ
 Source Design: C:\Users\mmontalvo\Documents\Tanner EDA\Tanner Tools
 Target GDSII File: C:\Users\mmontalvo\Documents\Tanner EDA\Tanner Tc
 Export Scope: All cells
 57 cells are being exported.
 Exclude hierarchy cells from libraries: OFF
 GDSII units:
      Custom GDSII units:
      1 database unit = 0.001 microns,
      1 database unit = 0.001 user units.
 Cell names:
      Preserve case of cell names,
      Restrict cell names to 32 characters.
 Use layer map file: OFF
  Optional Settings:
      Do not export hidden objects and layers: ON
      Overwrite object data type with layer data type: ON
      Calculate MOSIS checksum: OFF
      Check for self-intersecting polygons and wires: OFF
      Fracture polygons: OFF
      Export instance names as property: Use attribute 6
     .....
```

Step 4. Log 윈도우를 Close 합니다.

Step 5. 이제, Export 한 GDSII 파일을 Import 하기 위해 File > Import Mask Data > GDSII 를 선 택합니다.

Import GDSII	×
From file: her EDA\Tanner Tools v16.0\Tutorials\Tutorial.gds Browse	Import Cancel
If unknown layers are found:	
 Treat different GDSII data types on a layer as different layers Overwrite existing cells: C All C Top design only None 	
Database resolution: From GDSII file: microns Custom: microns	

Step 3 에서 저장한 GDSII 파일을 선택하고, 위와 같이 옵션을 지정한 다음 Import 버튼을 클릭

하면 아래와 같이 Log 창을 통해 Import 과정에서의 내용을 확인 할 수 있습니다.

```
Imp9B3.log
                                                            - • ×
  GDSII Import...
  GDSII File: C:\Users\mmontalvo\Documents\Tanner EDA\Tanner Tools v
  Option Settings:
  Treat unique GDS data types on a layer as different layers: ON
  Using original GDSII database resolution: 0.001 microns
  Cell 'Via_M3M4_Auto1' will not be overwritten.
  Cell 'Cnt_Active_Auto4' will not be overwritten.
  Cell ' Cnt Library' will not be overwritten.
  Cell '_PDK_Via34' will not be overwritten.
Cell '_PDK_CS' will not be overwritten.
  Cell ' PDK Cnt' will not be overwritten.
  Cell 'Capacitor_MiM' will not be overwritten.
  Cell 'Capacitor MiM Code' will not be overwritten.
  Cell 'Cnt Active' will not be overwritten.
  Cell 'Cnt_Active_Auto1' will not be overwritten.
  Cell 'Cnt_Active_Auto2' will not be overwritten.
  Cell 'Cnt Active Auto3' will not be overwritten.
  Cell 'Cnt_NTAP' will not be overwritten.
  Cell 'Cnt Poly' will not be overwritten.
  Cell 'Cnt_PTAP' will not be overwritten.
  Cell 'CurrentMirror_NMOS25' will not be overwritten.
  Cell 'CurrentMirror PMOS25' will not be overwritten.
  Cell 'DiffPair NMOS25' will not be overwritten.
  Cell 'DiffPair PMOS25' will not be overwritten.
  Cell 'HD NMOS25' will not be overwritten.
  Cell 'HD PMOS25' will not be overwritten.
                     Ш
```

Step 7. 위의 Log 를 통해 어떠한 Cell 이 불러와지고 Overwrite 되어 있는지 확인이 가능합니다. 이제 해당 Log 창을 Close 하고 L-EDIT 를 종료합니다.

Step 8. 종료하는 과정에서 tutorial.tdb 는 저장하지 않습니다.

End of Exercise