

# TP SIMULATION de COMPOSANTS à l'aide des logiciels SILVACO ANNEE 2015-2016

Enseignant : Marco Pala. E-mail : marco.pala@imep.grenoble-inp.fr

## ***Introduction***

### ***1ère partie : Description des outils de simulation***

#### **DECKBUILD**

- Commandes de base : File, Commands, Tools

#### **ATLAS**

- Création du maillage (Mesh)
- Définition de la structure (Region, Doping)
- Electrodes (Electrode)
- Modèles physiques (Material, Contact, Model)
- Méthodes numériques (Method)
- Simulations (Solve)
- Fichiers de sortie (Output)
- Extraction de paramètres (Extract)

#### **TONYPLOT**

- Visualisation de la structure
- Visualisation des quantités physiques
- Caractéristiques électriques

### ***2ème partie : Exploitation des outils***

- Obtenir les caractéristiques électriques d'un MOSFET planaire de type N ( $L_g=0.1\ \mu\text{m}$ ,  $T_{ox}=0.002\ \mu\text{m}$ ,  $N_d=10^{20}\ \text{cm}^{-3}$ ) à  $V_{ds}$  faible (50mV) et forte (1V) et extraire  $V_t$ ,  $SubV_t$ ,  $I_{sat}$ ,  $I_{off}$ . Sauvegarder les figures (dans une clé USB, si possible).
- **Maillage** : Changer le pas du maillage pour les différentes régions et trouver un critère d'optimisation.
  - Quelles sont les zones qui ont besoin d'un maillage plus fin ? Comment pouvons-nous les trouver ?
- Vérifier que la première structure a une mauvaise  $I_{off}$  et que il est même difficile de définir la tension de seuil  $V_t$  ou le DIBL. Pourquoi ?
- Pour essayer d'améliorer les caractéristiques du dispositif nous pouvons réduire l'épaisseur de l'oxyde de grille ou d'augmenter la fonction de travail de la grille. Commenter les résultats.

- Construire une structure avec une épaisseur de canal de  $T_{Si}=20\text{nm}$  et un oxyde enterré d'épaisseur  $T_{BOX}=30\text{nm}$ . Calculer le DIBL, la pente sous seuil, le  $I_{off}$  et le  $I_{on}$ . Commenter les différences avec la structure sans oxyde enterré.
- **Structure** : Construire un MOSFET de type P avec les mêmes dimensions que le NMOSFET.
  - Comment les paramètres du dispositif ( $V_t$ ,  $SubV_t$ ,  $I_{on}$ ,  $I_{off}$ ) changent-ils?
- **Output** : Pour le NMOS, dessiner la bande de conduction, le champ électrique et la concentration des porteurs pour les différents régimes de  $V_{gs}$  à  $V_{ds}$  faible (50 mV) et forte (1 V). Créer des plots à partir des « cutline » de la structure. Commenter les résultats.
  - Est-il possible visualiser le DIBL à l'aide d'un cutline de la bande de conduction? Comment choisir la zone du cutline ?
- **Dimensions** : Construire quatre NMOS avec des longueurs de canal de 100, 50, 24 et 12 nm et calculer les caractéristiques pour  $V_{ds}=50\text{ mV}$  et  $V_{ds}=1\text{V}$ .
  - Comparer les différentes caractéristiques électriques au moyen de Tonyplot
  - Expliquer comment change  $V_t$
  - Expliquer comment change la pente ( $SubV_t$ )
  - Expliquer comment change le rapport  $I_{on}/I_{off}$
  - Calculer le DIBL en fonction de  $L_g$
  - Quel est l'effet physique de la diminution de  $L_g$  ?
- **Scalabilité des transistors** : La longueur naturelle  $\lambda$  d'un transistor planaire est définie comme  $\sqrt{\frac{\epsilon_{Si}}{\epsilon_{ox}} t_{Si} t_{ox}}$ . Cette quantité est utilisée pour estimer la longueur de la zone de canal contrôlée par le drain. Refaire le calcul de DIBL en fonction de  $L_g/\lambda$  avec  $T_{Si}=10\text{nm}$  et  $T_{Si}=5\text{nm}$ . Comment les courbes changent-ils par rapport au cas  $T_{Si}=20\text{nm}$  ?
  - Est-il possible visualiser la longueur naturelle ?
  - Quelle est une valeur acceptable de  $L_g/\lambda$  ?

## 2.2: ATLAS Inputs and Outputs

Figure 2-1 shows the types of information that flow in and out of ATLAS. Most ATLAS simulations use two input files. The first input file is a text file that contains commands for ATLAS to execute. The second input file is a structure file that defines the structure that will be simulated.

ATLAS produces three types of output files. The first type of output file is the run-time output, which gives you the progress and the error and warning messages as the simulation proceeds. The second type of output file is the log file, which stores all terminal voltages and currents from the device analysis. The third type of output file is the solution file, which stores 2D and 3D data relating to the values of solution variables within the device at a given bias point.

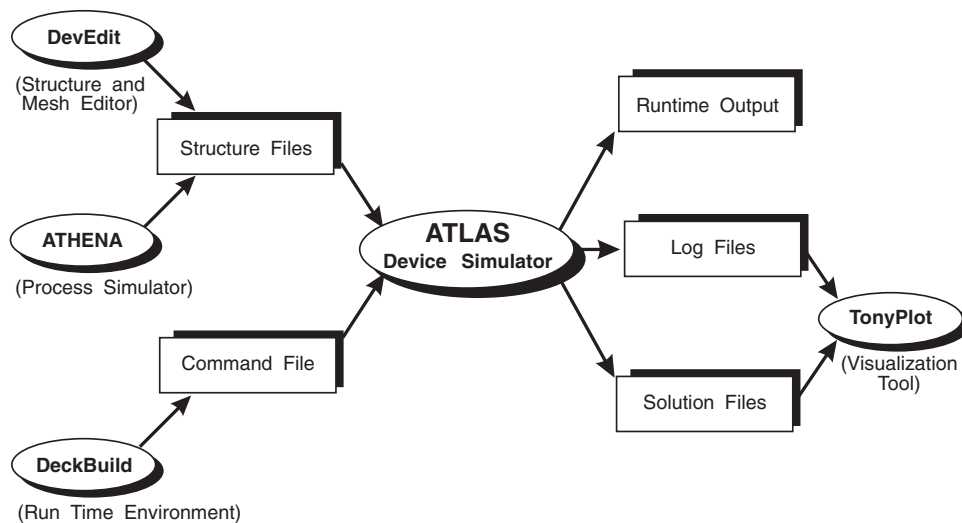


Figure 2-1: ATLAS Inputs and Outputs