HAL
open science

Prise en compte des priorités des lots pour la projection des encours de production dans l'industrie des semi-conducteurs

Emna Mhiri, Mireille Jacomino, Fabien Mangione, Philippe Vialletelle, Guillaume Lepelletier

To cite this version:

Emna Mhiri, Mireille Jacomino, Fabien Mangione, Philippe Vialletelle, Guillaume Lepelletier. Prise en compte des priorités des lots pour la projection des encours de production dans l'industrie des semi-conducteurs. 16ème conférence ROADEF Société Française de Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision, Feb 2015, Marseille, France. hal-01194507

HAL Id: hal-01194507

https://hal.science/hal-01194507v1

Submitted on 7 Sep 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Prise en compte des priorités des lots pour la projection des encours de production dans l'industrie des semi-conducteurs

Emna Mhiri[1], Mireille Jacomino[1], Fabien Mangione[1]

Philippe Vialletelle[2], Guillaume Lepelletier[2]

[1] Univ. Grenoble Alpes, G-SCOP
46 Avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex 1, France

[2] STMicroelectronics, 850 Rue Jean Monnet, F-38926 Crolles Cedex, France
{Emna.Mhiri, mireille.jacomino, fabien.mangione}@grenoble-inp.fr
{philippe.vialletelle, guillaume.lepelletier}@st.com

Mots-clés *: projection, encours, capacité infinie, industrie des semi-conducteurs.*

1 Introduction

Le processus de fabrication des semi-conducteurs est complexe [6] (taille des instances, flux réentrant, variabilité des temps de cycle, qualification des machines,…). La planification des opérations en est donc d'autant plus difficile.

Dans la littérature, on trouve plusieurs travaux étudiant le problème de planification de production dans l'industrie des semi-conducteurs. Ces travaux utilisent différents outils tels que les tableurs de calcul, la simulation, la programmation linéaire et les heuristiques mais la plupart de ces études restent généralement limitées aux règles de répartition et de lancement des lots de fabrication [1, 3].

Dans ce papier, on s'intéresse au problème de projection des encours de production (WIP) qui consiste à estimer la date de début et de fin de chaque étape de fabrication (step). Il pourrait se rapprocher de la méthode MRP traditionnelle ("Manufacturing Resource Planning") [5] mais l'hypothèse d'un délai d'opération fixe n'est pas valide dans le secteur industriel étudié. En effet, le délai dépend notamment de la charge des équipements mais aussi de la priorité des lots.

Il y a peu de travaux qui traitent le problème de projection du WIP dans l'industrie des semi-conducteurs [2, 4]. Le travail présenté ici propose un algorithme de projection du WIP qui tient compte des dates d'échéance de livraison (due date) des lots et considère un temps de cycle variable.

L'efficacité et la performance du moteur de projection du WIP développé sont testées en utilisant les données réelles de l'usine de fabrication de STMicroelectronics à Crolles.

2 Description du moteur de projection du WIP

L'algorithme de projection du WIP prévoit la trajectoire de chaque lot de l'encours de production jour par jour. Il calcule la date de début et de fin de chacun des steps restants pour toute la gamme (route) de chaque lot. Il se base sur la position et la quantité de plaquettes de silicium du lot considéré, sa due date et les données de son processus de fabrication (route, steps, temps de process). La Figure (1) illustre les entrées et les sorties de ce système.

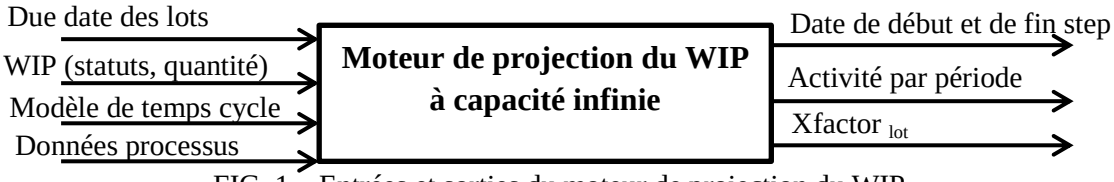

FIG. 1 – Entrées et sorties du moteur de projection du WIP

Le principe de projection consiste à calculer, dans un premier temps, un temps de cycle objectif pour chacun des steps de chaque lot (*CTobjstep*) selon une formule semi-empirique qui tient compte de la variabilité du processus. Cette formule correspond au produit du temps de cycle théorique du step (*CTTHstep*) représentant le temps de process et d'un coefficient nommé $\text{Xfactor}_{\text{step}}$.

$\text{Xfactor}_{\text{step}}$ dépend du temps de cycle théorique du step (*CTTHstep*) et de celui de la route (*CTTHroute*) correspondant à la somme des temps de process des steps. Il dépend aussi du temps de cycle objectif estimé de la route (*CTobjroute*) qui contient les temps d'attente estimés d'après l'historique :

$$CTobj_{step} = CTTH_{step} \times Xfactor_{step} \tag{1}$$

Avec

$$Xfactor_{step} = \frac{CTTH_{route} \times (\frac{CTobj_{route}}{CTTH_{route}} - 1)}{\sum \sqrt{CTTH_{route} \times CTTH_{step}}} + 1 \tag{2}$$

Pour les postes goulots, une pénalité est ajoutée à $\text{Xfactor}_{\text{step}}$. Ensuite, selon la position du lot dans son processus de fabrication, un $\text{Xfactor}_{\text{lot}}$ correspondant au ratio du temps de cycle restant pour atteindre sa due date par rapport au temps de cycle objectif des steps restants est calculé. Puis, les steps sont projetés pour chaque lot. Les dates de début et de fin de chaque step sont calculées à partir du temps de cycle égal à $Xfactor_{lot} \times CTobj_{step}$.

Enfin, on calcule le nombre de plaquettes à l'entrée (*MovesIn*) et à la sortie de chaque step (*MovesOut*) par jour et la quantité du WIP au début et à la fin de chaque période (jour). Ces résultats permettent de prévoir la charge affectée aux équipements.

Le moteur de projection a été développé en JAVA. Il a été implémenté dans l'usine 300mm de STMicroelectronics à Crolles et prend environ 5 secondes pour projeter plus de 2000 lots de 200 à 300 steps.

3 Conclusion et perspectives

Dans ce papier, un moteur de projection des encours de production est présenté. Il est implémenté chez STMicroelectronics Crolles. La spécificité de ce système par rapport à l'existant est la considération des dates d'échéance de livraison. Cet outil présente aussi des résultats intéressants en termes de temps de calcul.

Ce travail se situe dans le cadre du projet européen ENIAC-INTEGRATE. Le moteur de projection développé s'inscrit dans un système plus global où l'accumulation de la charge sur les équipements et l'analyse de la capacité sont effectuées par un système développé par l'entreprise afin de déterminer la saturation des équipements.

Les prochaines étapes sont donc d'intégrer la charge des équipements dans le calcul de ces temps de cycle mais aussi de vérifier l'adéquation charge/capacité pour réaliser un système de planification a capacité fine robuste pour le secteur de la micro-électronique.

Références

[1] J. N. D. Gupta, R. Ruiz, J. W. Fowler and S. J. Mason, Operational planning and control of semiconductor wafer fabrication. *Production Planning and Control* 17(7):639–47, 2006.

[2] J. S. Kim and R. C. Leachman, Decomposition method application to a large scale linear programming WIP projection model, *European Journal of Operational Research*, 74(1):152-160, 1994.

[3] L. Mönch, J. W. Fowler and S. J. Mason. *Production Planning and Control for Semiconductor Wafer Fabrication Facilities: Modeling, Analysis, and Systems*, Springer, 2013.

[4] N. Govind, D. Fronckowiak, Setting Performance Targets in a 300mm Wafer Fabrication Facility, *Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop*: 75 - 79, 2003.

[5] Y. Pochet and L. A. Wolsey, *Production Planning by Mixed Integer Programming, 2006.*

[6] A. Schömig and J.W. Fowler, Modeling semiconductor manufacturing operations, in: K. Mertins, M. Rabe (Eds.), *Proceedings of the 9th ASIM Dedicated Conference Simulation in Production and Logistics*: 55–64, 2000.