

ПЛАНИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: PROBLEMS, МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ И БУДУЩИЕ ЗАДАЧ

Фахриддинов Жамолиддин Шамсиддин угли

Наманганский инженерно-технологический институт Наманган, Узбекистан

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются проблемы планирования в полупроводниковом производстве. Начиная с описания производственного процесса, мы определяем типичные проблемы планирования, которые можно встретить в системах полупроводникового производства. Описаны проблемы планирования партий, проблемы планирования цехов, проблемы планирования с использованием вторичных ресурсов, проблемы планирования нескольких заказов на одно задание и проблемы планирования, связанные с кластерными инструментами.

Введение

В последнее время электронная промышленность стала крупнейшей отраслью в мире. Одним из ключевых аспектов этой отрасли является производство интегральных схем. В полупроводниковой промышленности интегральные микросхемы производятся на кремниевых пластинах. Стратегии управления производством, основанные на правилах диспетчеризации, очень популярны в полупроводниковой промышленности (см. недавний обзор [1]).

Описание процесса производства полупроводников

Полупроводниковая микросхема - это высокоминиатюрная интегральная электронная схема, состоящая из тысяч компонентов. Любой процесс производства полупроводников начинается с изготовления исходных пластин - тонких дисков из кремния или арсенида галлия. В зависимости от диаметра пластины на каждой из них может быть изготовлено до нескольких сотен одинаковых микросхем, из которых на заводе по производству пластин послойно строятся электронные схемы. Наконец, упакованные кубики отправляются на испытательный комплекс, где их тестируют, чтобы убедиться, что заказчику поставляется только качественная продукция. Производство пластин и зондирование часто называют "передним краем", а сборку и тестирование - "задним краем".

С учетом масштабов интеграции, типа микросхемы, типа упаковки и пожеланий заказчика весь процесс производства может занять до 700 отдельных технологических операций и до трех месяцев. Четыре основных этапа производства полупроводников показаны на рис. 1.

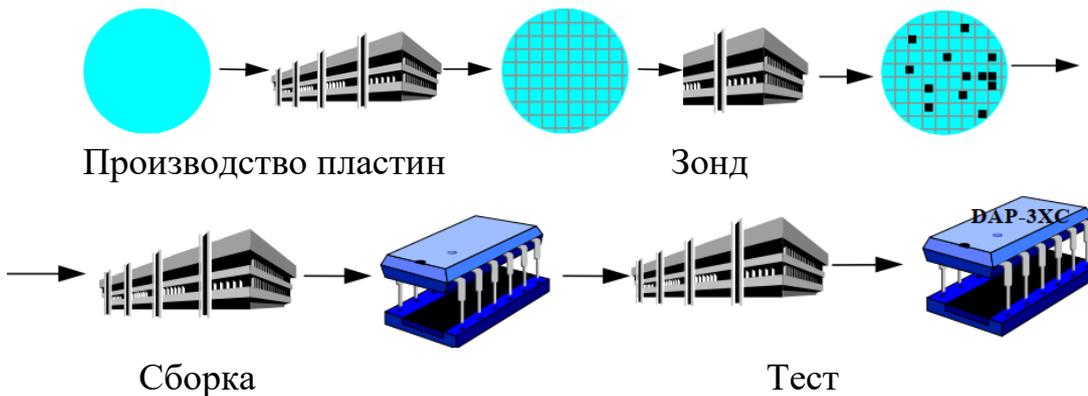


Рисунок 1. Основные этапы производства полупроводников

Многие авторы отмечают сложности производства полупроводников (см., в частности, [2], [10], [12], [13], [15], [18]). Производство полупроводниковых пластин имеет ряд необычных особенностей, которые описаны ниже. В типичном заводе по производству полупроводниковых пластин часто существуют десятки технологических процессов. Каждый технологический поток содержит 200-700 технологических операций и более сотни машин. Стоимость этих станков варьируется от нескольких сотен тысяч долларов до более чем двадцати миллионов долларов за один станок. Основным следствием реентерабельности потока является то, что пластины, находящиеся на разных стадиях производственного цикла, вынуждены конкурировать друг с другом за одни и те же станки. Типичная схема реентерабельного потока на заводе по производству пластин показана на рис. 2.

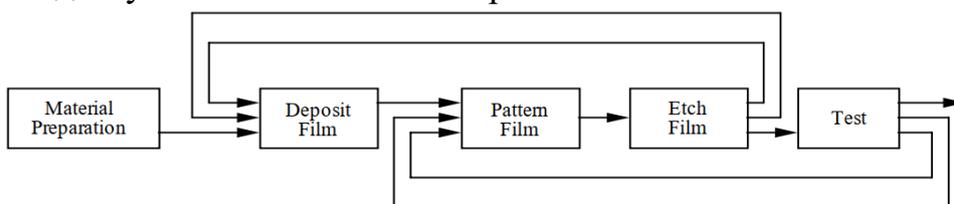


Рисунок 2. Рецентные потоки на заводах по производству пластин

Кроме того, характер и продолжительность различных операций в полупроводниковом потоке существенно различаются. Некоторые операции требуют 15 минут или меньше для обработки задания, в то время как другие могут занимать более 12 часов. Многие из этих длительных операций связаны с

пакетными процессами. В реальности нередко треть операций на фабрике составляют пакетные операции.

3 Проблемы планирования и методы их решения

3.1 Проблемы пакетного планирования

Под партией понимается группа заданий, которые должны быть обработаны совместно. Время выполнения партии определяется как время выполнения последнего задания в партии. Задача пакетного планирования состоит в том, чтобы сгруппировать задания на каждом станке в партии и составить их расписание. Рассматриваются два типа задач пакетного планирования. Первый тип называется *s-batching*. Здесь время обработки партии равно сумме времен обработки всех заданий, составляющих партию. Второй тип - *p-batching*. В этом случае время обработки партии задается максимальным временем обработки заданий, входящих в партию (см. обзоры [15], [20], посвященные пакетной обработке в целом и пакетной обработке в полупроводниковом производстве соответственно).

Время обработки всех заданий одного семейства одинаково. Поэтому пакетная обработка заданий с несовместимыми семействами является частным случаем *p*-пакетной обработки. Мы ссылаемся на [3], где рассматривается проблема несовместимости семейств (*incompatib, batch | P_m TWT*). Обозначим через *batch, incompatible p batching* с несовместимыми семействами, а интересующей нас мерой эффективности является минимизация суммарного взвешенного опоздания $TWT := \sum w_j \max(C_j - d_j, 0)$. Обозначение w_j используется для обозначения вес задания j , C_j – время выполнения, d_j – срок выполнения задания j . В [3] расширены методы решения проблемы несовместимости партий *|batch, incompatible| $\sum T_j$* , представленные в [12]. Для формирования партий используются правила диспетчеризации. Для формирования партий используются правила диспетчеризации. Генетические алгоритмы распределяют партии по машинам и устанавливают их последовательность. В работе [35] этот подход распространен на *|incompatib, batch, P_m | r_j, batch, incompatible| $\sum w_j T_j$* . Эта задача усложняется тем, что при заданных сроках выпуска r_j заданий необходимо решить, имеет ли смысл ждать будущих поступлений заданий в случае неполной партии или запустить неполную партию. Методы машинного обучения, применяемые для решения задач пакетирования в полупроводниковом производстве, рассмотрены в [10], [16]. Задача *P_m | r_j, batch, incompatible | L_{max}*, где $L_{max} := \max \{C_j - d_j | j = 1, \dots, n\}$ обозначает максимальное опоздание, решается в [27] с помощью генетических алгоритмов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. Balasubramanian, H., Mönch, L., Fowler, J. W., M. Pfund, Genetic Algorithm Based Genetic Algorithm Based Scheduling of Parallel Batch Machines with Incompatible Job Families to Minimize Total, 42(8), 1621-1638, (2004)
2. Barua, A., Narasimhan, R., Upasani, A., Uzsoy, R., Implementing Global Factory Schedules in Face Stoch Implementing Global Factory Schedules in the Face of Stochastic Disruptions, International Journal of Production Research, 43(4), 94. Research, 43(4), 94-109, (2005)
3. Битран Г.Р., Тирупати Д., Разработка и внедрение системы составления расписания для завода по производству пластин, Международный журнал производственных исследований, 43(4), 94-10, (2005)
4. Bixby, R., Burda, R., Miller, D., Short-Interval Detailed Production Scheduling in 300mm semiconductor manufacturing using Mixed Mixed Mixed Scheduling. Advanced Semiconductor Manufacturing Conference, 148-154, (2006)
5. Brucker, P., Knust, S. Complex Scheduling, Springer, Berlin, Heidelberg, (2006)
6. Brucker, P., Gladky, A., Hoogeveen, H., Kovalyov, M.Y., Potts, C.N., Tautenhahn, T., van de Velde, S., Scheduling a Batching Machine, Journal of Scheduling, 1, 31-54, (1998)
7. Бюро, М., Дозере-Перес, С., Югма, К., Вермариен, Л., Мария, Ж.-Б., Моделирование Результаты и формализм для глобально-локального планирования в производстве полупроводников, Труды Зимней конференции по моделированию 2007, 1768-1773, (2007)
8. Абдуллаева О. С., Исманова К. Д., Мирзаев Ж. И. Организация учебной деятельности во время лекционных, практических, лабораторных занятий //Молодой ученый. – 2014. – №. 19. – С. 487-490.
9. Исманова К. Д. и др. Этапы процесса формирования учебных умений у учащихся колледжей //Молодой ученый. – 2015. – №. 12. – С. 753-755.
10. Erkaboev U.I, Rakhimov R.G., Sayidov N.A. Influence of pressure on Landau levels of electrons in the conductivity zone with the parabolic dispersion law // Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering. 2020. Vol.2., Iss.1.
11. Rakhimov R.G. Determination magnetic quantum effects in semiconductors at different temperatures // VII Международной научнопрактической конференции «Science and Education: problems and innovations». 2021. pp.12-16.
12. Gulyamov G, Erkaboev U.I., Rakhimov R.G., Sayidov N.A., Mirzaev J.I. Influence of a strong magnetic field on Fermi energy oscillations in two-dimensional semiconductor materials // Scientific Bulletin. Physical and Mathematical Research. 2021. Vol.3, Iss.1, pp.5-14
13. Erkaboev U.I., Sayidov N.A., Rakhimov R.G., Negmatov U.M. Simulation of the temperature dependence of the quantum oscillations' effects in 2D semiconductor materials // Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering. 2021. Vol.3., Iss.1.