

## РАССТАНОВКА ФАНАУТОВ В BGA-МИКРОСХЕМАХ С НЕРЕГУЛЯРНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ КОНТАКТОВ

К. А. Кноп, д. т. н. С. Ю. Лузин, к. т. н. М. С. Лузин, к. т. н. С.А. Сорокин

ООО «Эремекс»  
Россия, г. Санкт-Петербург  
Luzin@eremex.com

*Предложен подход к расстановке межслойных переходов области BGA-микросхем с нерегулярным расположением контактов. Эффективность подхода подтверждена экспериментально.*

*Ключевые слова: печатная плата, BGA, задача о назначениях.*

Автоматическая трассировка проводников на печатной плате обычно осуществляется последовательно, при этом наличие ресурсов для прокладки еще не проложенных проводников не контролируется. Подобная стратегия может приводить к блокировке контактных площадок на слое. На рис. 1 показана ситуация, когда прокладка от крайних контактов проводников в противоположных направлениях блокирует возможность подхода на слое к остальным контактам компонента. Для обеспечения подхода проводников к планарным контактам обычно осуществляется расстановка переходных отверстий — фанаутов (от англ. fanout), соединенных с рядом стоящей планарной контактной площадкой (рис. 2).



Рис. 1. Блокировка контактных площадок



Рис. 2. Расстановка фанаутов

Для компонентов с матричным расположением контактов риск блокировки контактов многократно возрастает, поэтому без фанаутов можно осуществлять только разводку планарных компонентов с небольшим числом контактов [1, 2]. Максимальное число соединений матрицы контактов, которое можно развести на одном слое, равно 36 для квадратного расположения и 48 для прямоугольного.

Для BGA с большим числом контактов расстановка фанаутов является обязательной процедурой.

Наибольшую сложность представляет собой задача расстановки фанаутов для BGA-микросхем с нерегулярным расположением контактов, хотя и при регулярном могут быть сложности при наличии компонентов с обратной стороны платы.

В Allegro (Cadence, USA) и Xpediton (MentorGraphics, USA) расстановка фанаутов осуществляется последовательно, соответственно при установке очередного перехода не учитывается необходимость наличия ресурсов для установки других переходов, из-за чего при ограниченных ресурсах наблюдается блокировка контактов.

В настоящей работе решалась задача поиска места для фанаута — межслойного перехода, соединенного с КП, для каждой контактной площадки BGA. Переходы сквозные.

Алгоритм решения поставленной задачи следующий.

1. Создать некий полигон, охватывающий контакты BGA-компонента. Из него выкусить проекции контактов, находящихся с обеих сторон платы, с увеличенными на сумму зазора и радиуса перехода размерами. Результат — коллекция «островков» (изолированных областей), а размещение центра перехода в любой точке любого островка обеспечивает отсутствие нарушений.

2. В каждом островке необходимо разместить максимальное число межслойных переходов, проводя следующие последовательные действия: пока островок не пуст, определить на контуре островка точку (коллекцию точек) для центра (центров) перехода (точки контура с минимальной (максимальной) абсциссой (при равенстве упорядочить по возрастанию ординат), затем выкусить из островка окружность (окружности) с радиусом, равным диаметру перехода плюс зазор.

3. Построить кластеры эквипотенциальных контактов (кластер — связный граф, расстояние между смежными вершинами которого не больше заданного).

4. Решить задачу о назначении переходов контактам BGA, при этом каждому кластеру назначается только один переход.

5. Если остались свободные переходы, решить задачу декластеризации (уменьшение размеров больших кластеров путем назначения им дополнительных переходов).

6. Решить задачу о назначении переходов контактам двухполюсников, расположенных с другой стороны платы (предварительно, если есть эквипотенциальный переход на расстоянии не больше заданного, назначить на этот переход).

7. Удалить неназначенные межслойные переходы.

Для проведения декластеризации необходимо:

1) назначить «свободные» переходы кластерам так, чтобы минимизировать максимальное число контактов на один переход;

2) осуществить разбиение кластеров, минимизируя диаметр графа каждого из подкластеров.

Первая задача решается путем назначения незадействованным контактам свободных переходов (задача о назначении), вторая — пошаговым распространением волны от контактов кластеров, подключенных к переходам.

Описанный подход реализован в САПР TороR.

Для периферийных контактов BGA, проводники от которых могут быть разведены без перехода на другой слой (обычно контакты двух внешних рядов), фанатуы не расставляются. Исключение составляют контакты BGA, соединенные со слоями земли и питания.

Приведем пример расстановки фанатуов в САПР TороR и сравним с результатами работы аналогичной процедуры в САПР Xpedition (MentorGraphics, USA). Для демонстрации работы процедуры была взята микросхема ОМАР3530 (TexasInstruments) (рис. 3).

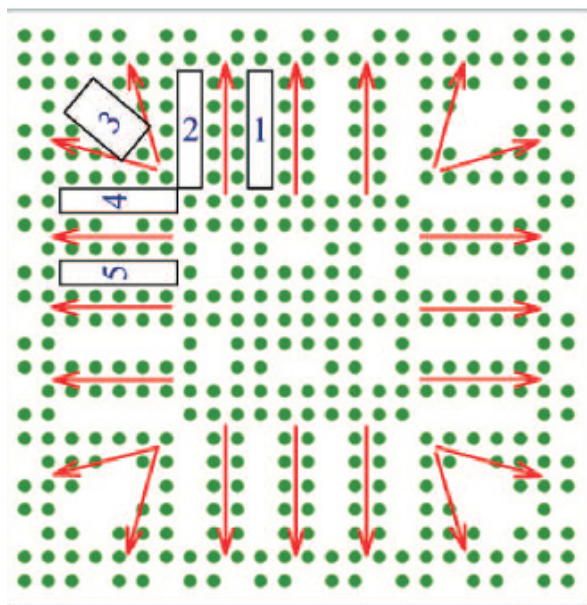


Рис. 3. Посадочное место ОМАР3530 с каналами для переходов

Как видно из рис. 4, а, САПР ТороR обеспечивает расстановку всех фанаутов (кроме двух внешних рядов), т. е. отсутствие заблокированных контактов. Кроме того, при этом по возможности обеспечивается минимум числа контактов, подключенных к одному переходу (1 группа из 6 контактов, 3 группы из 4 контактов, 9 групп из 3 контактов).

При расстановке фанаутов САПР Xpediton (см. рис. 4, б, где фанатуы от двух внешних рядов удалены, чтобы рисунки были сопоставимы) контакты 49 цепей оказались заблокированными и не могут быть разведены. Кроме того, при этом плохо обеспечивается требование минимизации числа контактов, подключенных к одному переходу (1 группа из 10 контактов, 1 группа из 9 контактов, 1 группа из 7 контактов, 1 группа из 6 контактов, 3 группы из 5 контактов, 7 групп из 4 контактов, 7 групп из 3 контактов). Еще один недостаток САПР Xpediton — наличие острых углов между проводниками (8 штук).

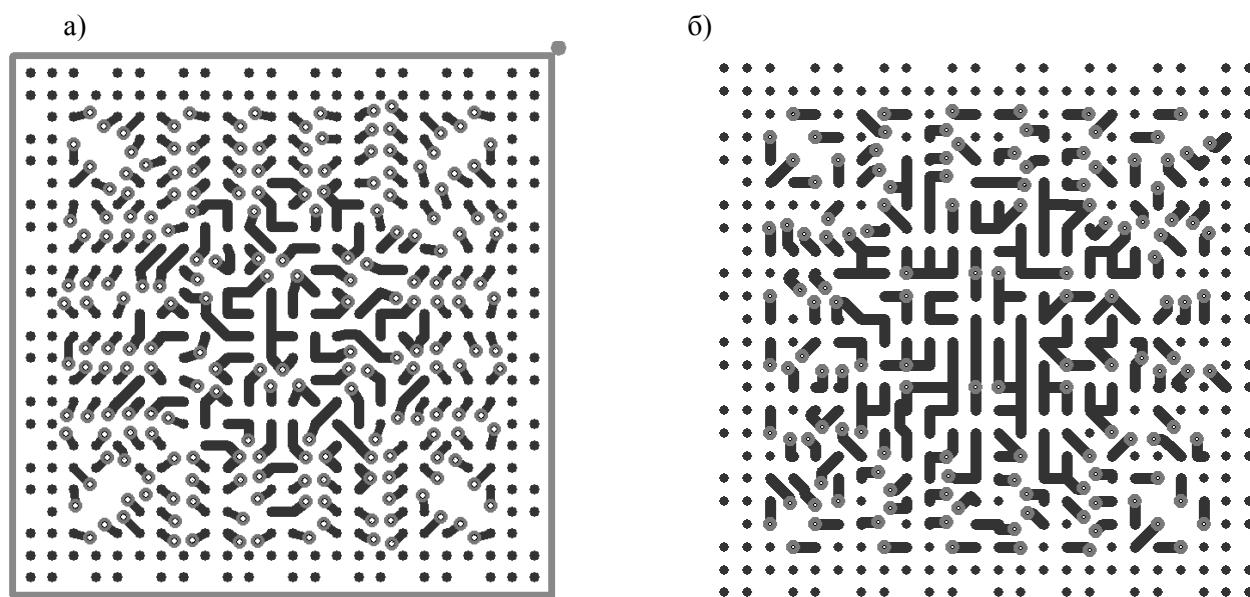


Рис. 4. Расстановка «фанаутов» в САПР ТороR (а) и САПР Xpediton (б)

Таким образом, приведенные результаты продемонстрировали эффективность предложенного подхода по сравнению с подходами, применяемыми в других САПР.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Бессонов А.В., Кноп К.А., Лячек Ю.Т. Назначение межслойных переходов в области BGA-компонента // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ».—2014.— № 5.—С.13—17.
2. Бессонов А.В., Лузин С.Ю., Попов С.И. Расстановка межслойных переходов в области BGA-компонента // Труды 15-й МНПК «Современные информационные и электронные технологии». Т. 2.— Украина, г. Одесса.— 2014.— С. 46—47.

K. A. Knop, S. Yu. Luzin, M. S. Luzin, S. A. Sorokin  
**Fanouts placement in BGA chips with an irregular arrangement of contacts**

*An approach to the arrangement of interlayer transitions in the region of BGA chips with an irregular arrangement of contacts is proposed. The effectiveness of the approach is confirmed experimentally.*

*Key words: printed circuit board, BGA, assignment problem.*