

УДК 681.14

РАССТАНОВКА МЕЖСЛОЙНЫХ ПЕРЕХОДОВ В ОБЛАСТИ BGA-КОМПОНЕНТА

А. В. Бессонов, д. т. н. С. Ю. Лузин, С. И. Попов

ООО "ЭРЕМЕКС"
Россия, г. Санкт-Петербург
luzin@eremex.com

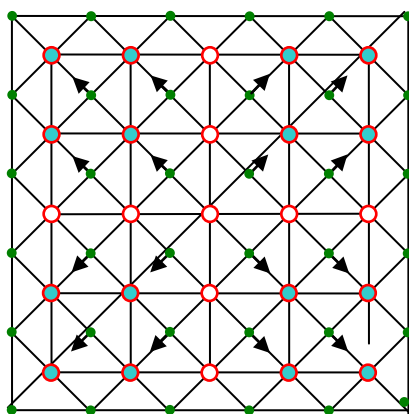
Предложен подход к расстановке межслойных переходов в области BGA-компонентов и назначении им цепей при наличии в этой же области двухполюсников, препятствующих размещению переходов.

Ключевые слова: BGA, двудольный граф, паросочетание.

При ручном проектировании печатного монтажа плат с BGA-компонентами возникает довольно трудоемкая задача расстановки межслойных переходов в области BGA-компонента и назначения цепей конкретным переходам. Доклад посвящен автоматизации решения указанной задачи.

В САПР TороR [1] на этапе оптимизации трассировки положение межслойных переходов на проводнике не фиксируется. Подобный подход позволяет лучше использовать ресурсы монтажного пространства, однако в ряде случаев приводит к появлению «узких» мест из-за недоучета реальных размеров межслойных переходов. В области же BGA-компонентов крайне нежелательно удлинять участок проводника от контакта до перехода, поскольку это может заблокировать подход к соседним контактам. При трассировке таких областей в САПР TороR используется специальная процедура, расставляющая в области BGA-компонента межслойные переходы и назначающая на них цепи контактов BGA-компонента и двухполюсников, расположенных в области BGA-компонента.

На рисунке маленькими кружками обозначены вершины разбиения, представляющие собой контакты компонента BGA, большими кружками – вершины, представляющие собой ячейки для межслойных переходов. Ячейка – область между четырьмя соседними контактами. С каждым задействованным контактом (кроме контактов, расположенных по периметру) связана своя ячейка. Если кружок ячейки не закрашен, это означает, что ячейка несвязанная. Стрелками показано первоначальное назначение ячеек контактам при условии, что все ячейки доступны.



Модель компонента BGA в топологической модели коммутационного пространства печатной платы

Таким образом, до назначения ячейка является «свободной». После назначения ячейка оказывается «назначенной», и по отношению к контакту может быть «своей цепи» и «чужой цепи».

При трассировке BGA в «ячейках» между контактами расставляются межслойные переходы, и каждому сигналу (каждому задействованному контакту) назначается свой межслойный переход.

Обычно ячеек даже больше, чем необходимо. Однако если в области BGA на противоположной стороне платы расположены двухполюсники (конденсаторы, резисторы, индуктивности), препятствующие размещению переходов в ячейках, то может оказаться, что свободных ячеек меньше, чем необходимо для разводки всех цепей.

Для возможности разводки максимального числа цепей в области BGA можно применить следующий подход: построить двудольный граф, в котором вершины одной доли соответствуют множеству свободных ячеек, а другой — множеству неподключенных контактов, и вершины, соответствующие неподключенным контактам, соединяются с вершинами, соответствующими свободным ячейкам, если существует путь от контакта к ячейке. Найти наибольшее паросочетание.

Однако при таком подходе для части контактов не будет назначена ячейка для межслойного перехода, соответственно, либо не будет обеспечена 100%-ная разводка, либо переходы будут уставновлены с нарушениями. Следует отметить, что для цепей земли/питания возможно назначение нескольких соседних контактов на один переход (ограничение должно задаваться пользователем). Однако это не всегда может помочь.

Для разрешения конфликта возможны два направления: уменьшение числа контактов-претендентов и увеличение числа доступных ячеек.

Уменьшение числа контактов-претендентов

Соседние контакты цепей земли/питания на каждом из внешних слоев можно объединить в кластеры и построить дерево, доставляющее связность контактов кластера. Тем самым значительно снизится число необходимых переходов (для подключения кластера достаточно разместить один переход в непосредственной близости от любого контакта кластера или пары кластеров, если они находятся на разных слоях).

Соответственно, при решении задачи о назначениях в двудольном графе каждый кластер представлен только одной вершиной, ячейка считается достижимой, если до нее существует путь из любой вершины кластера.

Если после назначения остались свободные ячейки, их можно использовать для уменьшения размеров кластеров (подключить контакт, лучше диаметральный по отношению к уже имеющемуся переходу, и удалить циклические ребра таким образом, чтобы два новых кластера имели минимальный диаметр или примерно равное число контактов).

Увеличение числа доступных ячеек

В ряде случаев межслойный переход не может быть размещен без нарушений в центре ячейки, однако нарушения могут быть устранены при некотором его смещении. Кроме того, можно пожертвовать строгостью ограничений на зазоры между объектами одной цепи, то есть разрешить уменьшение вплоть до нуля зазора между переходом и контактом, принадлежащим той же цепи [2]. Если после решения задачи о назначениях остались свободные ячейки, их можно попытаться использовать для уменьшения числа мест с уменьшенным зазором.

Описанные процедуры реализованы в САПР TороR, что позволило существенно сократить долю ручных операций при проектировании плат с BGA-компонентами.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Лузин С. Ю., Попов С. И., Попов Ю. И. Гибкая топологическая трассировка в произвольных направлениях. Особенности и преимущества // Электроника: наука, технология, бизнес.– Москва: Техносфера, – 2013.– Т. 123, № 1.– С. 96–104.
2. Кноп К. А., Бессонов А. В., Попов С. И., Попов Ю. И. Позиционирование переходного отверстия в BGA-компоненте // Труды 13-й международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2013)», – Москва: Институт проблем управления РАН.– 2013.– С. 137–139.

A.V. Bessonov, S.Yu. Luzin, S.I. Popov
Via holes arrangement in the BGA-area.

The authors suggest an approach to arrangement of via holes in the BGA-area and to assignment of nets to the via holes in the presence of dipoles in the same area, which prevents arrangement of via holes.

Keywords: *BGA, bipartite graph, matching.*