

УДК 004.318

Терентьев Ю.И., Ноздрин И.К., Бровко В.С.

ЗАО «МЦСТ», НИЯУ «МИФИ».

«Построение сетки синхронизации в многоядерной СнК по технологии 65 нм»

При разработке микропроцессора с архитектурой «Эльбрус» была поставлена задача достичь тактовой частоты работы в 1,0 ГГц. В качестве одного из методов было предложено строить сетку синхронизации для основного синхросигнала.

Желание отойти от классического метода построения буферного дерева синхросигнала вызвано рядом причин. Во-первых – это способ увеличить эффективное время такта за счет устранения дерева размножения синхросигнала на верхнем уровне, а следовательно, его неизбежных перекосов: все блоки подключены напрямую к сетке синхронизации. Таким образом, к двум триггерам, находящимся в одном пути, но в разных блоках иерархии, синхросигнал придет одновременно. Во-вторых – сетка синхронизации наиболее простой способ уменьшения разброса частоты при различных условиях эксплуатации устройства. Современный САПР позволяет выровнить буферное дерево только для одних внешних условий: выровненное дерево при температуре 25 °С «перекосятся» при попадании устройства в температуру 85 °С. Для того, чтобы обойтись без сетки синхронизации пришлось бы вручную строить эквидистантное, сбалансированное дерево размножения синхросигнала на верхнем уровне иерархии с учетом отсутствия всякой симметрии в расположении блоков. При использовании же сетки синхронизации сигнал будет поступать на все потребители одновременно, независимо от условий эксплуатации.

Принцип построения СС состоит в том, чтобы синхросигнал, приходящий с порта, размножить на всю поверхность сетки. Причем сделать это необходимо так, чтобы во всех точках СС временные диаграммы синхросигнала полностью совпадали. Кроме того, необходимо чтобы деревья размножения синхросигнала были максимально симметричными. Каждая ветвь такого дерева должна быть точно также нагружена, как и симметричная ей ветвь. Только при этих условиях на СС не будет появляться разбросов при попадании устройства в другие условия эксплуатации.

Были проведено множество моделирований по определению оптимальной геометрии СС для достижения минимального временного разброса: вырьировались ширина вертикальных и горизонтальных полос, расстояние между полосами металла, количество усилителей, питающих СС.

Конструкция сетки в данном устройстве представляет собой последовательность вертикальных полос металла шириной в 1,0 мкм, отстоящих друг от друга на расстояние 256 мкм, и покрывающих всю площадь ядра. Именно эти вертикальные полосы и подключаются к потребителям синхросигнала. На вертикальный металл сигнал приходит от пяти мощных, шириной в 4,1 мкм, горизонтальных полос (см. «рис. 1»), к которым, в свою очередь, подключено предсеточное дерево размножения синхросигнала (см. «рис. 2»).

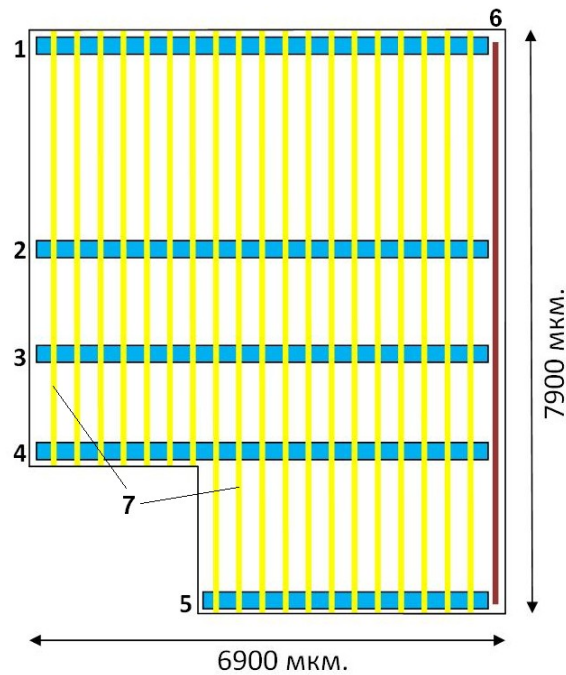


Рис. 1. Общий вид сетки синхронизации в ядре. Здесь 1-5 – мощные горизонтальные полосы металла, 7 – вертикальные полосы металла, 6 – вертикальное дерево размножения синхросигнала.

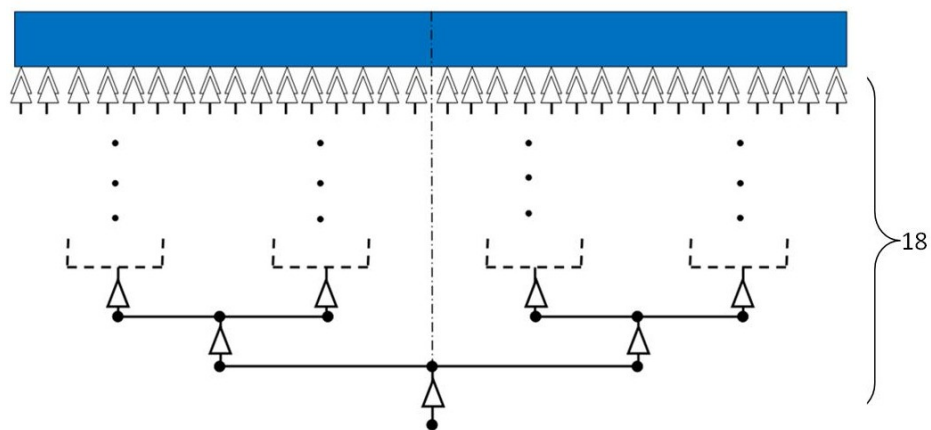


Рис. 2. Горизонтальное буферное дерево размножения синхросигнала.

Как показало моделирование на транзисторном уровне в САПР Synopsys, временной разброс по всей вертикальной сетке, с учетом равномерно распределенной нагрузки в 10 пФ, составил 25 пс. При этом максимальный разброс наблюдается между полосой металла

1 или 2 и серединой между полосами 1 и 2 (см. «рис. 1»). Для более детальной отладки временного согласования по вертикальной сетке, алгоритм построения горизонтального дерева позволяет вручную управлять числом драйверов, непосредственно подключаемых к мощным горизонтальным полосам металла.

Каждое горизонтальное дерево размножения для горизонтальных полос металла состоит из 18-и буферных уровней (см. «рис. 2»). Эти деревья строятся полностью геометрически симметричными и сбалансированными. Для полосы металла 5 («рис. 1») такое дерево режется и уравнивается дополнительными усилителями в месте выреза до полноценного (для балансировки). Временной разброс на входах драйверов последнего уровня составляет 10 пс.

На корень горизонтального дерева размножения сигнал подается с выхода вертикального дерева, которое обеспечивает синхронность прихода сигнала на пять горизонталей 1-5 (см «рис. 1») и включает в себя 17 буферных уровней. Разность прихода синхросигнала на выходы из вертикального дерева составляет 6 пс. На вход вертикального дерева размножения сигнал подается непосредственно от порта.

В число уровней дерева входят также уровни, созданные лишь для обеспечения фронта синхроимпульса в 70 пс на любом участке дерева размножения.

Для защиты от наводок проводников, участвующих в размножении синхросигнала, проводится дополнительная их защита, путем окружения такого проводника узкими заземленными проводниками.

Потребляемая мощность оборудования сетки синхронизации составляет 0,209 Вт.

К отрицательным чертам конструкции данной сетки синхронизации можно отнести тот факт, что драйверы, подключаемые непосредственно к сетке, находятся не в узлах пересечения вертикальных и горизонтальных проводников, что вызывает небольшие задержки в распространении сигнала (см. «рис. 3»).

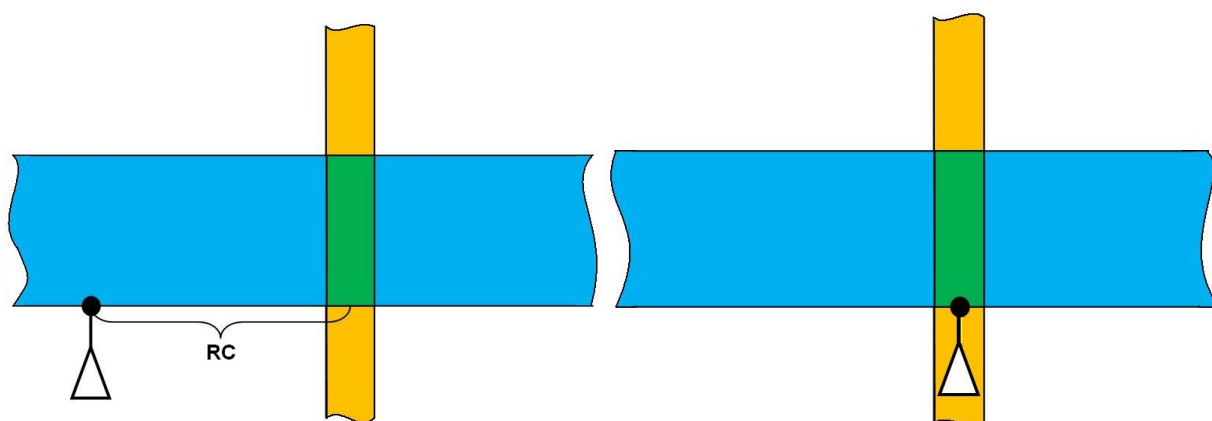


Рис. 3. Возможные расположения драйверов сетки синхронизации.

Это обстоятельство вызвано особенностями проектирования топологии данного микропроцессора. Так же нежелательным является наличие короткой полосы металла 5 (см. «рис. 1»), но в данном устройстве избежать этого не получилось.

Литература

1. *Немудров В., Мартин Г.* Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие. - М: Техносфера, 2004 - 216 с.
2. *Рабаи Ж. М., Чандракасан А., Николич Б.* Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования. - М, СПб, Киев: Вильямс, 2007 - 894 с.