

THE STUDY OF DASHED-LIKE POWER MESH WIRING ON SIGNAL ROUTING CONGESTION

V.A. Janpoladov

Russian-Armenian University

In this paper dashed-like power mesh wiring is presented and optimization of signal routing congestion based on power mesh modification in integrated circuits (IC) is analyzed. Due to new Metallization approaches and increase of counting and complexity of design rules the problem of routing congestion becomes one of the key factors in IC physical design. Also new methods of optimization and analyzation need to be performed on earlier design stages in order to minimize the probability of high routing congestion occurrence. The idea is to create additional routing wire budget by cut power mesh wires and empty areas for signal routes which will directly improve routing congestion. Measurements show that this technique brings more than 6,4% improvement in routing congestion compared to the usual power and ground mesh wiring.

Besides, additional positive effect on IR drop reduction accrues in this structure but runtime for mesh synthesis is increased due to more complex wire patterns. The suggested method can be used in designs with complex architecture which makes design wire connections dense and highly congested.

Key words: routing congestion, power and ground mesh, wire length, measurement.

Introduction

Wide scale of technology brings additional complexity in design routing, moreover, interconnects play a crucial role in the overall performance of the Integrated Circuits (IC). As technology continues to scale down, the sizes of transistors are getting smaller and a significant portion of circuit delay is coming from interconnects. Limited sizes of the die forces to minimize an area which was the major concern in floorplan design.

Nowadays design complications bring interconnected increase in counting which is directly connected to the routability. Moreover, dense power/ground mesh is needed to escape static IR drop violation [1]. It directly increases issues of routability and brings lack of signal routing tracks in different metal layers.

Different methods of power/ground network reduction are used for overcoming routability issue [2, 3]. Most of these methods are post-processing already existing power/ground network in the areas where there is lack of routing tracks. This kind of techniques are quite useful for fixing routability, there are only two major disadvantages: runtime and possible worst timing QoR. The runtime increase can be explained by the fact that for each area where lack of routing tracks exists time must be considered. Dense power/ground mesh brings additional detours in the signal routing while in the case of sparse power/ground mesh we can achieve better timing of QoR.

This paper represents sparse M5 metal routing pattern which can directly decrease routing congestion, moreover, for saving runtime this pattern can be applied in the power mesh creation process from the beginning.

Previous work

In previous work [4] dashed-like power mesh structure is presented and analyzed for IR drop. It is compared with standard power mesh pattern which is presented in Figure 1.

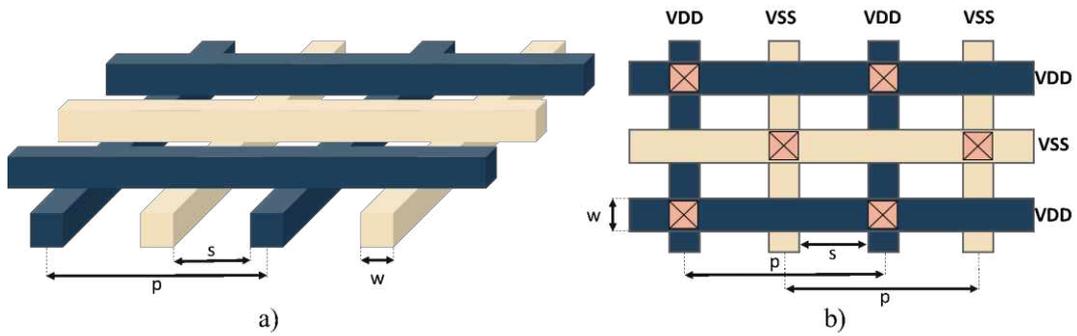


Fig. 1 Standard orthogonal structure. a) 3d view, b) top view

The idea of presented enhanced power/ground mesh structure is to trim the upper layer wires between every second pair of power and ground nets, so this structure will look like a dashed line both for power and ground nets. Measurements proved the positive impact on IR drop value. Presented structure is shown in Figure 2.

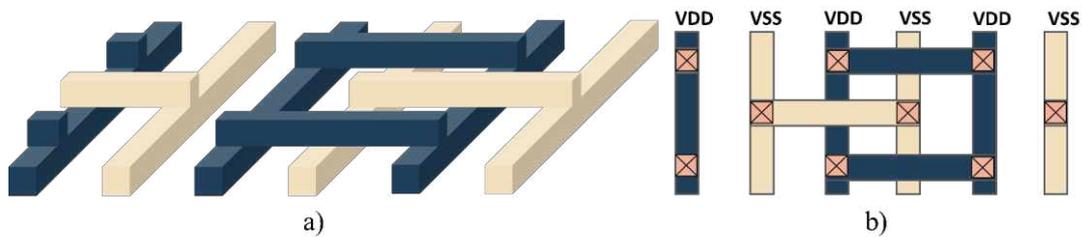


Fig. 2 Suggested structure with modified M6 layer. a) 3d view, b) top view

Created structure reduces total length of wires in power distribution network by about 40% which leads to a decrease of wire resistance in total power/ground mesh and therefore to IR drop reduction.

Modified structure

Daily increasing very large scale integration design complexity brings to increase of interconnect counting which directly impacts on routing congestion overhead [5]. For complex designs routing track availability is critical which rises importance of optimal usage of routing tracks in the IC design.

To overcome lack of routing tracks in the different metal layers the suggested method can be used, this work focuses on switching of modified layers in the previously suggested structure for changing Metal 5 metallization layer instead of Metal 6. This change will bring accessibility issue to the lower standard cell power rails on the Metal 1 layer, that is why direction of the power and ground straps in top layers must be swapped. After swapping, Metal 6 straps are vertical and Metal 5 shapes are horizontal. After the above mentioned change full access to standard cell rails on Metal 1 is recovered. This structure allows Place and Route tool to use empty space for signal routing. Modified structure is shown in Figure 3.

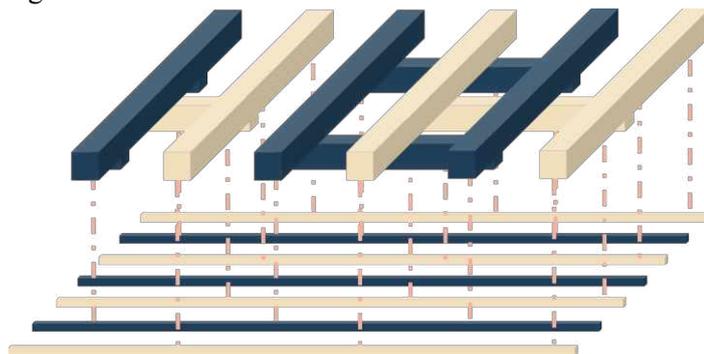


Fig. 3. Modified structure with changed Metal 5 and Metal 6 layers

Runtime for power and ground mesh synthesis is increased by about 12% and their values are demonstrated in Table 1.

Table 1

Power mesh synthesis runtime comparison

Structure	Value
Standard	36,14 minutes
Suggested	40,57 minutes

Experimental results

The tructure suggested in previous work was modified as described above. Afterwards for designs with both standard and suggested structures were implemented traditionally as Place and Route steps. All constraints and power mesh parameters were kept the same for correct comparison. Routing reports were collected and analyzed for both mesh structures. Results are demonstrated in Table 2.

Table 2

Routing reports

Report	Layer name	Standard structure	Suggested structure
Wire length	Metal 1	9866.065 um	9754.225 um
	Metal 2	88449.615 um	88653.300 um
	Metal 3	1197187.470 um	938029.840 um
	Metal 4	829913.240 um	818078.305 um
	Metal 5	5732.230 um	262127.390 um
Number of wires	Metal 1	147689	146755
	Metal 2	489761	492168
	Metal 3	891454	829210
	Metal 4	479584	463567
	Metal 5	7373	23582

Total wire length reduced about 0,7% compared to signal routing with standard mesh structure. Routing reports are demonstrating that Place and Route tool uses Metal 5 layer for more signal routes and number of wires on that layer increased more than by 219% compared to standard mesh value. Runtime for routing is demonstrated in Table 3.

Table 3

Routing runtime comparison

Structure	Value
Standard	11,99 hours
Suggested	11,41 hours

Metal layer congestion was analyzed for both structures from Metal 3 to Metal 5 layers. Results are demonstrated in Table 4 and Table 5.

Table 4

Congestion reports on each layer

Layer name	Total number of wires with lack of track		Maximum overflow value	
	Standard mesh	Suggested mesh	Standard mesh	Suggested mesh
Metal 3	386	378	4	3
Metal 4	18	0	1	0
Metal 5	0	0	0	0

Reports show that Metal 3 layer is highly congested, also Metal 4 layer has some percent of congested areas. Comparison of these reports proves that congestion is reduced in case of using

proposed power mesh structure. Congestion on Metal 3 reduced by about 2%, while on Metal 4 the layer disappeared completely.

Table 5

Total congestion reports

Routing Direction	Total number of wires with lack of track		Maximum overflow value	
	Standard mesh	Suggested mesh	Standard mesh	Suggested mesh
Horizontal	18	0	1	0
Vertical	386	378	4	3

Total congested cases in design reduced by 6,4%. Congestion disappearance on Metal 4 proves that proposed power mesh structure can be used when lower layer is highly congested which can bring to congestion reduction on even lower metal layers in big System on a Chip systems. These measurements were done on different design architectures and overall results are the same and this fact proves the effectiveness of suggested structure.

Conclusion

Observed experimental results proved the effectiveness of suggested power and ground mesh structure. This mesh structure is implemented in the first step of IC implementation which saves timing resources by reducing congestion cases which need to be debugged and fixed. Suggested mesh can be used in dense and highly congested designs.

References

1. Abazyan Suren and Mamikonyan Narek, (2020). Static IR Drop Estimation on the Power Network. OALib. 2020. 07. 1-7. 10.4236/oalib.1105995.
2. Chen H. Y. and Cheng C. K., Kahng Andrew and Wang, QK and Mori M., Optimal planning for mesh-based power distribution, Proceedings of the Asia and South Pacific Design Automation Conference, 2004. ASP-DAC. p. 444- 449. 10.1145/1015090.1015201.
3. Gupta Pushpendra and Kahng Andrew, Efficient Design and Analysis of Robust Power Distribution Meshes. 2006. 6 p., 10.1109/VLSID.2006.79.
4. Janpoladov Vakhtang and Abazyan Suren, Enhanced Power and Ground Mesh Structure for IR-Drop Reduction. OALib. 2020, 07, p. 1-5. 10.4236/oalib.1106334.
5. Westra H.J.L., Congestion analysis and management. Eindhoven, Technische Universiteit Eindhoven, 2009.

ՀՏԴ - 519.688:621.313

ԾՐԱԳԾՄԱՆ ԾԱՆՐԱԲԵՌՆԿԱԾՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ՍՆՈՒՑՄԱՆ ՑԱՆՑԻ ԿԵՏԱԳԾԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԴԵՊՔՈՒՄ

Վ.Ա. Ջանփոլադով

Հայ-ռուսկական համալսարան

Այս աշխատանքում ներկայացված է ինտեգրալ սխեմայի (ԻՍ) սնման դողերի կետագծային կառուցվածքը և հետազոտված է ծրագծման ծանրաբեռնվածության լավարկումը փոփոխված կառուցվածքի արդյունքում: Նոր մետաղայնացման մոտեցումների և նախագծման կանոնների քանակի աճի և նրանց բարդեցման հետևանքով ծրագծման ծանրաբեռնվածությունը դարձել է ԻՍ-ի ֆիզիկական նախագծման գլխավոր դժվարություններից մեկը: Ըստ վերոնշյալի նոր

հետազոտման և լավարկման մեթոդներ պետք է կիրառվեն նախագծման նախնական փուլերում, որպեսզի կանխվի ծրագծման ծանրաբեռնվածության առաջացումը: Միտքը կայանում է լրացուցիչ ծրագծման միջոցներ ստեղծելու և ազդանշանային ծրագծման համար տարածք ազատելու մեջ, ինչը ուղակիորեն լավացնում է ծրագծման ծանրաբեռնվածությունը: Չափումները ապացուցում են, որ մեթոդը բերում է 6.4% ծրագծման ծանրաբեռնվածության նվազման ի տարբերություն սովորական սնման համակարգի կառուցվածքի:

Բացի այդ՝ լրացուցիչ առավելություն է լարման անկման նվազեցումը առաջարկվող մեթոդի կիրառման դեպքում, բայց դրա հետ մեկ տեղ ավելանում է նախագծման ժամանակը՝ սնման դողերի ավելի բարդ կառուցվածքի պատճառով: Առաջարկվող մեթոդը կարող է կիրառվել դժվար կառուցվածք ունեցող նախագծերում, որտեղ գոյություն ունի բարձր ծրագծման խտություն և ծանրաբեռնվածություն:

Բանալի բառեր. ծրագծման ծանրաբեռնվածություն, սնման/հողի ցանց, լարերի երկարություն, չափում:

УДК - 519.688:621.313

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕГРУЖЕННОСТИ ТРАССИРОВКИ ПРИ ПУНКТИРНОЙ СЕТИ ПИТАНИЯ

В.А. Джанполадов

Российско-армянский университет

В данной статье представлена пунктирная структура проводов сети питания и проанализировано улучшение перегруженности трассировки вследствие изменения структуры сети питания интегральной схемы (ИС). Из-за новых подходов к металлизации и увеличения количества правил проектирования и их усложнения проблема перегруженности трассировки стала одним из основных факторов при физическом проектировании ИС. Также новые методы для анализа и оптимизации должны быть внедрены на ранних этапах проектирования для предотвращения возникновения перегруженности трассировки. Идея заключается в создании дополнительного ресурса для трассировки при обрезке проводов питания и освобождении места для сигнальной трассировки, что напрямую улучшает перегруженность трассировки. Измерения доказывают, что эта методика приводит к уменьшению перегруженности трассировки на 6.4% в сравнении со стандартной структурой сети питания.

Помимо этого, дополнительным преимуществом является уменьшение падения напряжения с применением данной структуры, но при этом увеличивается время проектирования сети питания из-за более сложной структуры проводов. Предложенная методика может быть использована в блоках со сложной архитектурой, в которых имеется высокая плотность трассировки и перегруженность.

Ключевые слова: перегруженность трассировки, сеть питания/земли, длина проводов, измерение.

Ներկայացվել է՝ 11.05.2020թ.

Գրախոսման է ուղարկվել՝ 11.05.2020թ.

Երաշխավորվել է տպագրության՝ 15.06.2020թ.