

Разработка корпуса многоядерного процессора на основе керамической коммутационной платы

Игнат Николаевич Бычков
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука»



Содержание

- Введение
- Конструкция микросхемы
- Выводы корпуса
- Назначение выводов корпуса
- Подключение процессора (МПП)
- Потери в уровне сигналов
- Значимые потери в диэлектрике
- Материалы платы корпуса
- Сравнение структуры слоев
- Связи в корпусе процессора
- Нормы для платы корпуса
- Трассировка памяти
- Заключение

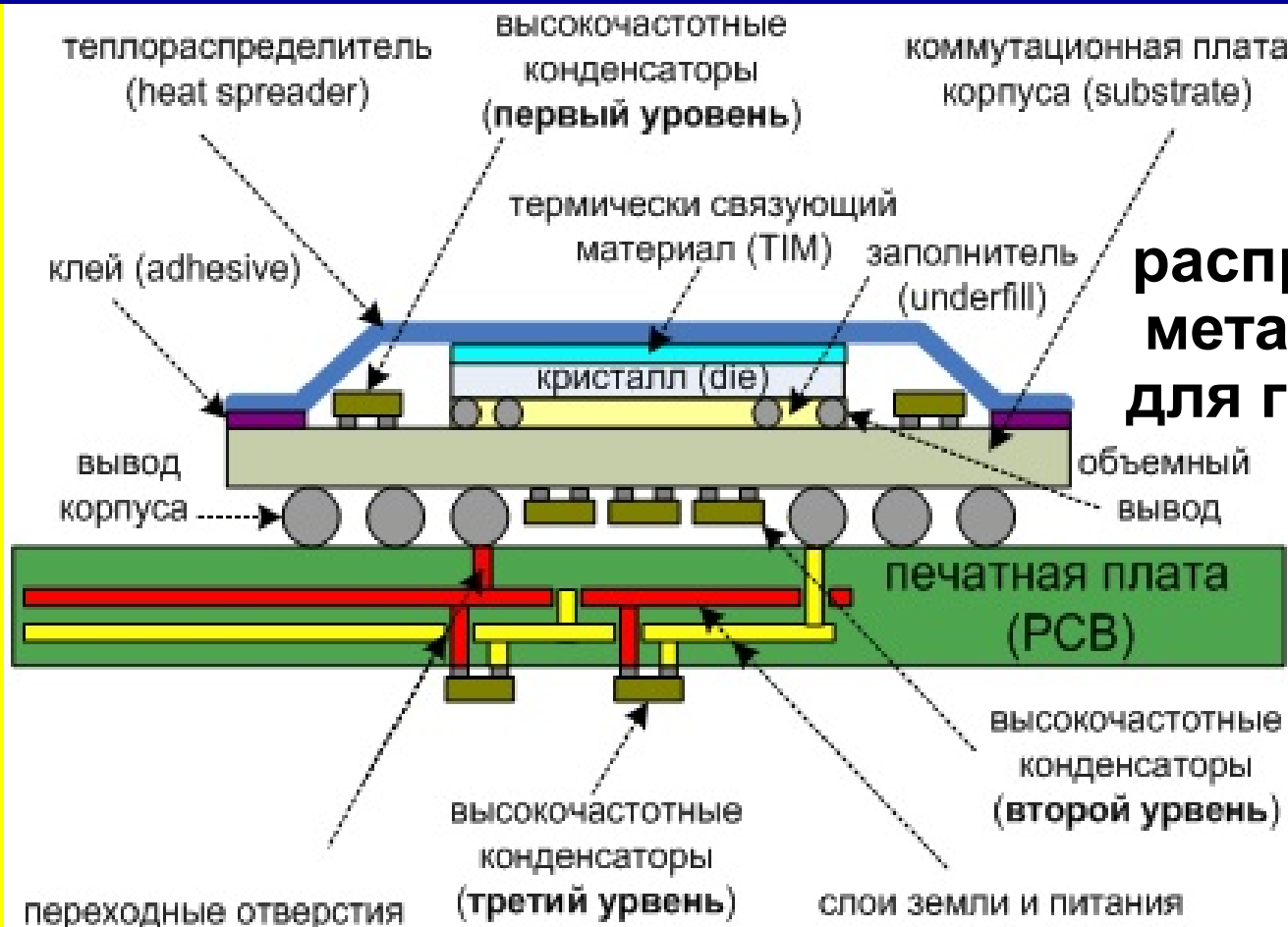
Введение

Сложность совместного проектирования периферии кристалла, корпуса процессора и вычислительного модуля на его основе постоянно растет. Для такого совместного проектирования необходим учет применяемых технологий сборки микросхем и изготовления корпусов.

При сборке высокопроизводительных процессоров технология *Flip Chip* применяется уже более десяти лет, тогда как технология *3D-TSV* имеет существенные ограничения, а технология *monolithic 3D IC* пока далека до внедрения.

Garrou P. Will monolithic 3D IC technology become a real competitor to 3DIC with TSV? // Solid State Technology./ January 2014. V. 57. № 1. P. 9.

Конструкция микросхемы

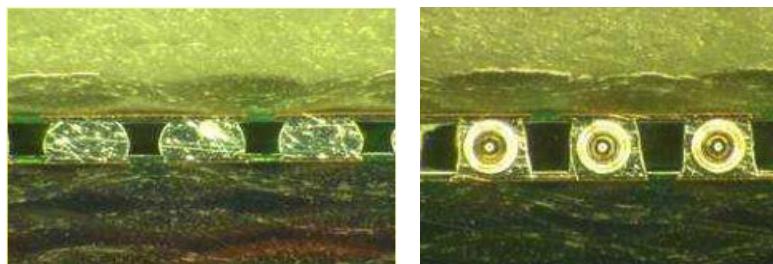


Тепло-
распределитель из
металла или $AlSiC$
для герметичности.

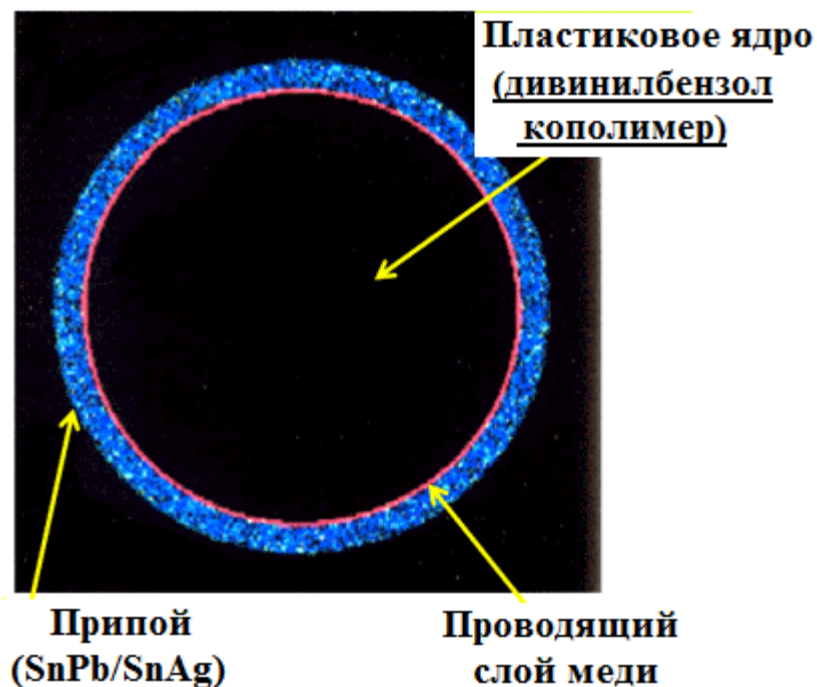
Demler M. Haswell ULT Integrates PC Platform. Intel Lays Groundwork for Broadwell in Next-Generation PCs // Microprocessors report. December 16, 2013.

Выводы корпуса

Выбран шарик диаметром 0.6 мм, который достаточен для установки второго уровня керамических конденсаторов высотой 0.3 мм.



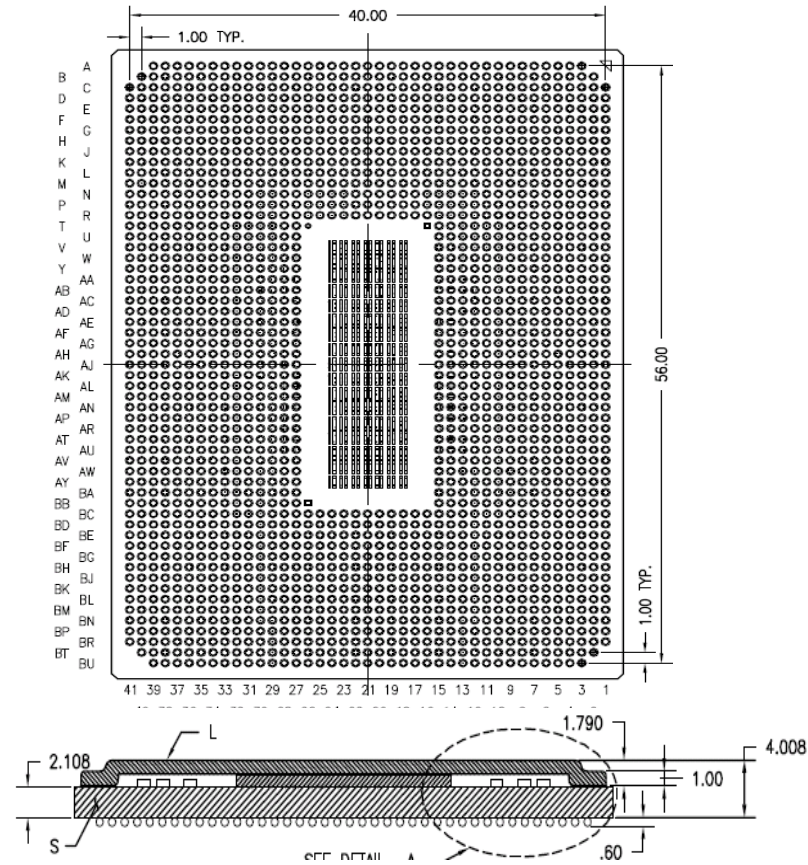
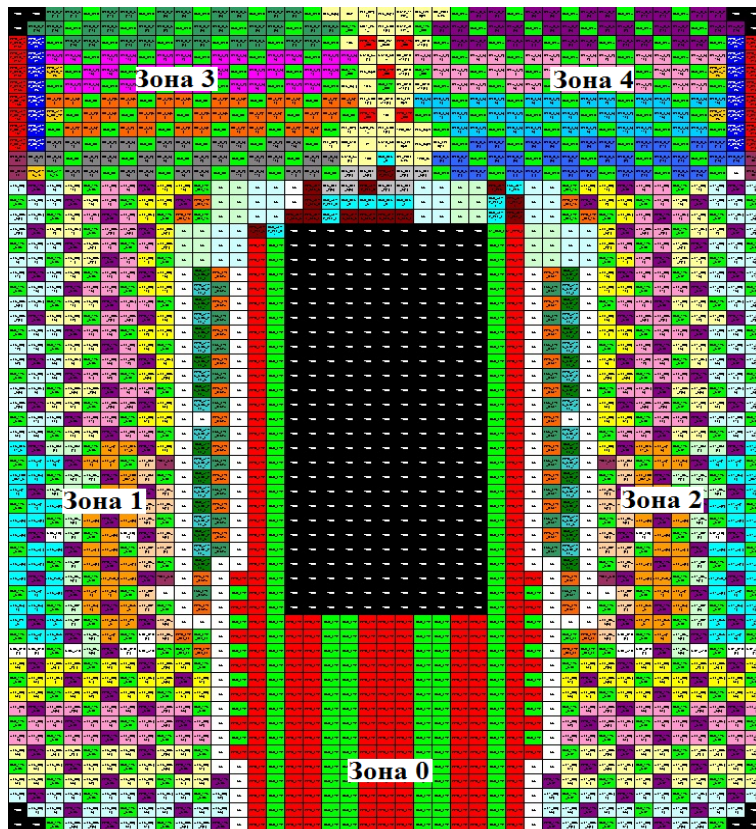
Процент отсутствующих контактов



Micropearl SOL // URL: <http://www.sekisui.co.jp/itmg/eng/>

ОАО "ИНЭУМ им. И.С. Брука"

Назначение выводов корпуса

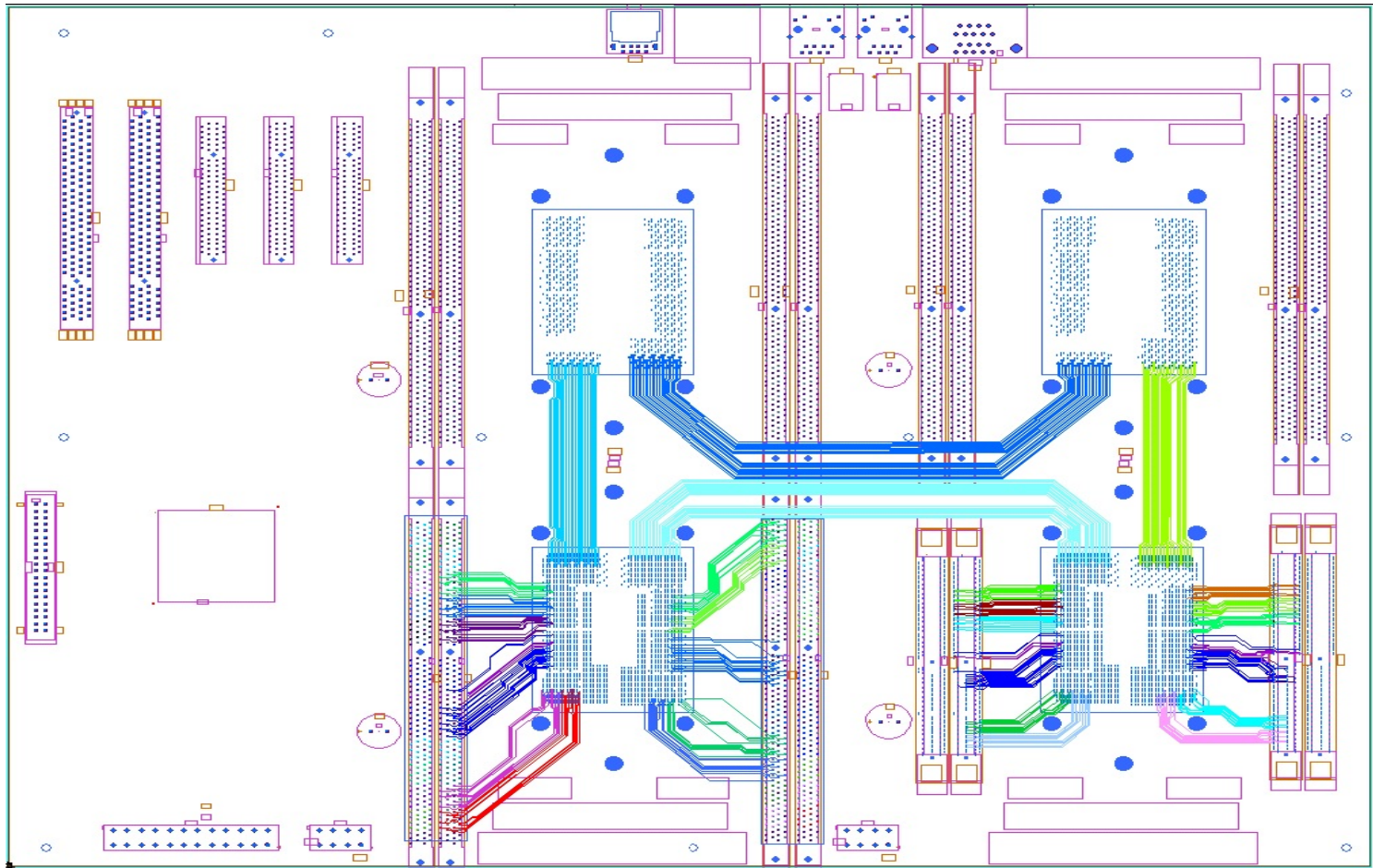


Введены зоны под интерфейсы и питание.

Бычков И.Н., Рябцев Ю.С., Юрлин С.В. Варианты распределенной сети питания для многоядерного микропроцессора // Вопросы радиоэлектроники, 2013.

ОАО "ИНЭУМ им. И.С. Брука"

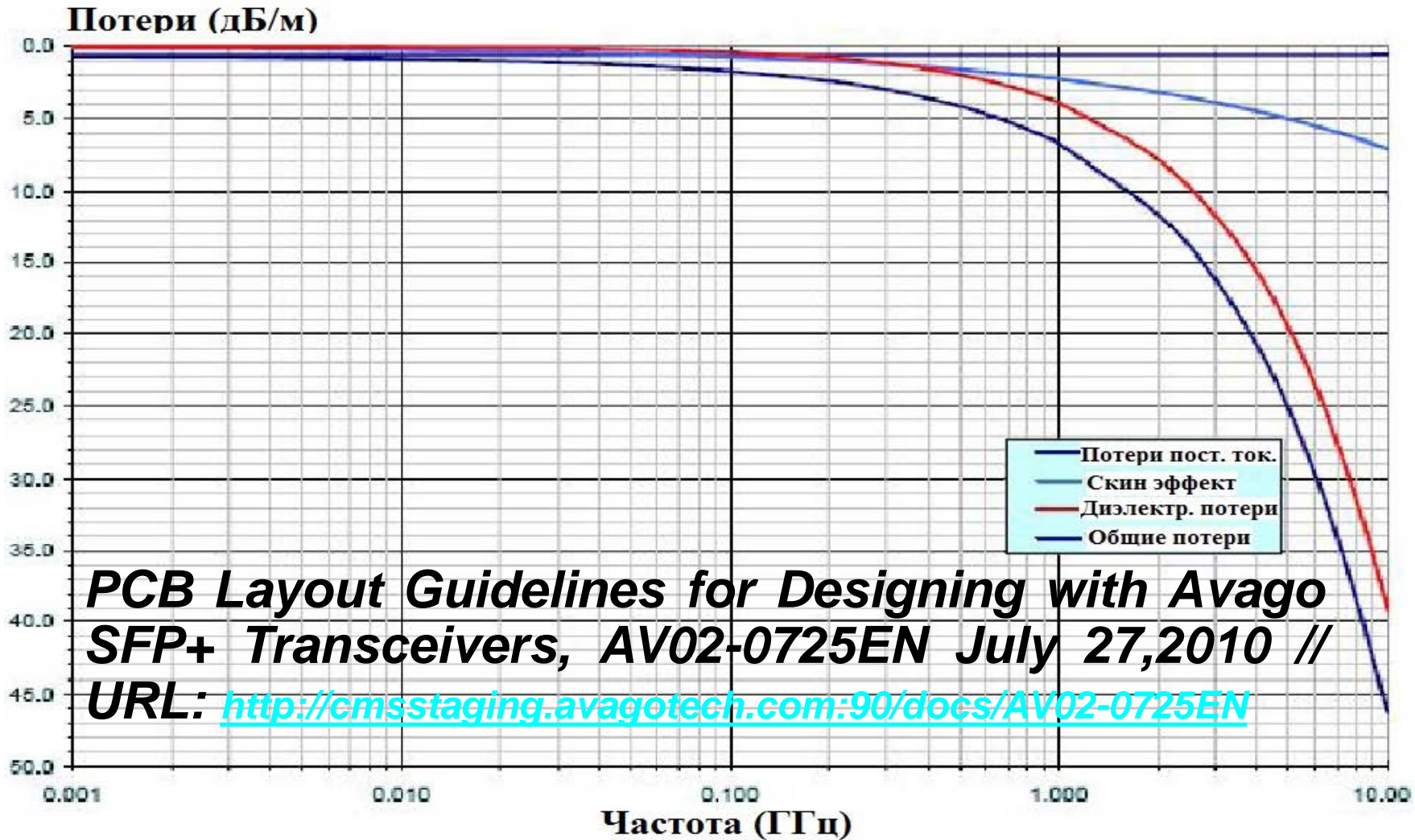
Подключение процессора (МПП)



Большая длина соединений интерфейсов процессора. Тенденция введения оптических каналов (ITRS Assembly and Packaging 2011 Edition).

ОАО "ИНЭУМ им. И.С. Брука"

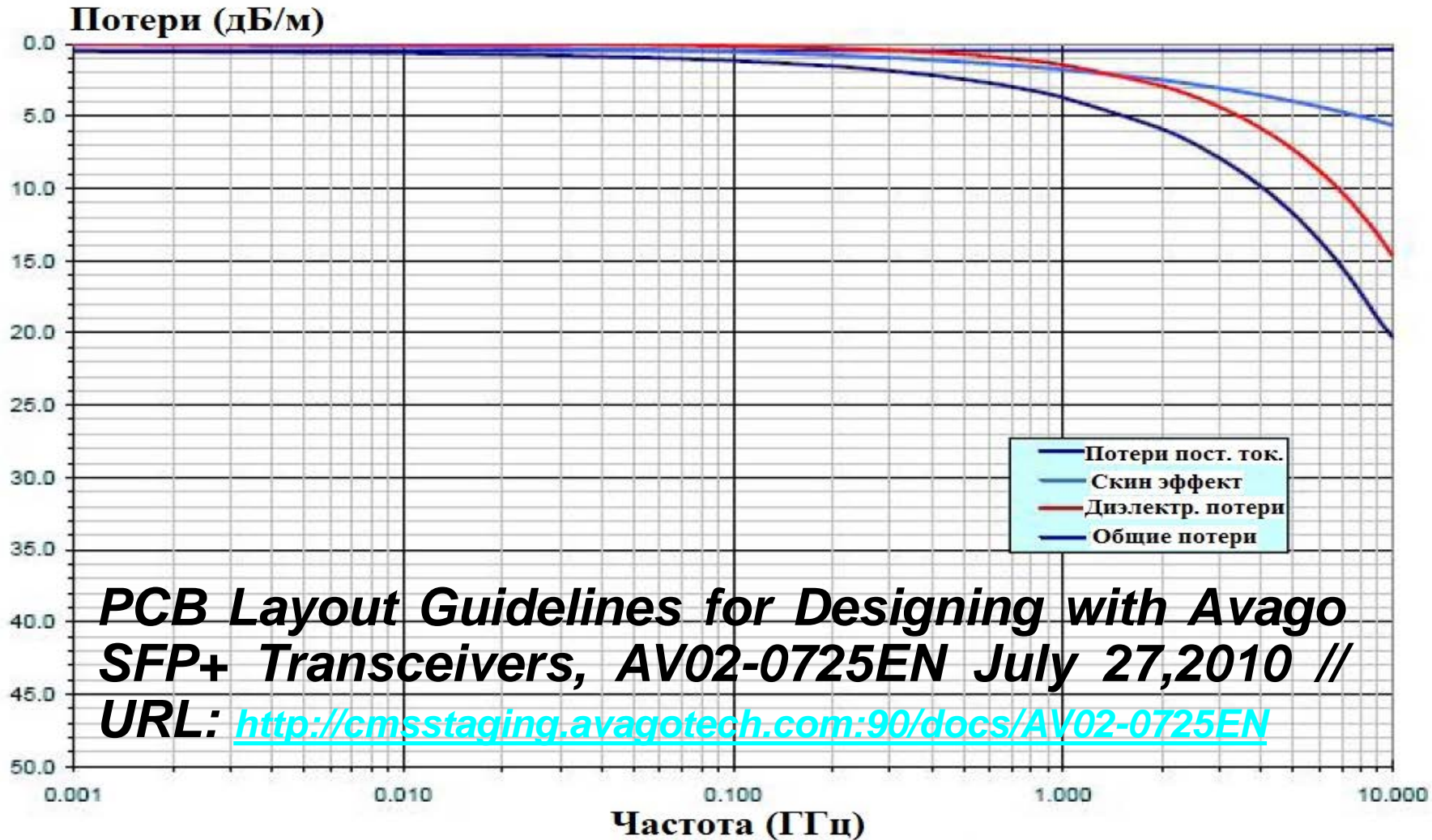
Потери в уровне сигналов



Диэлектрик FR-4 с тангенсом угла потерь в 0,02.

Волновое сопротивление трассы = 100 Ом, ширина трассы = 0,158 мм на фольге толщиной 18 мкм.

Значимые потери в диэлектрике



**PCB Layout Guidelines for Designing with Avago
SFP+ Transceivers, AV02-0725EN July 27,2010 //**
URL: <http://cmsstaging.avagotech.com:90/docs/AV02-0725EN>

Диэлектрик Nelco-4000-13SI с тангенсом угла потерь в 0,014.

Волновое сопротивление трассы = 100 Ом, ширина трассы ~ 0,2 мм на фольге толщиной 18 мкм.

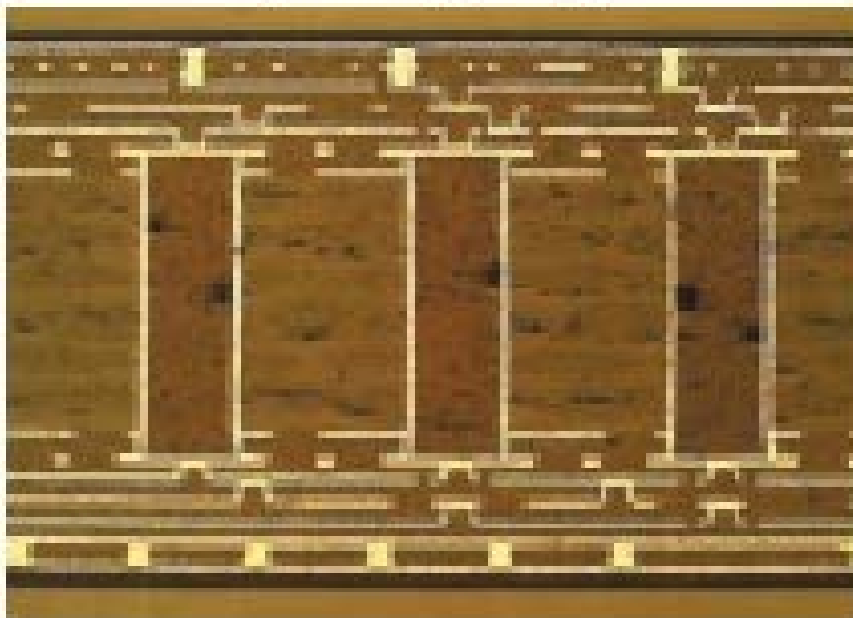
Материалы платы корпуса

Материал		HTCC	LTCC			Полимерный материал			
Кодовое название		A440	GL771	GL773	GL570	FR4	BT	GX13	
Теплопроводность	Вт/(м·К)	14	2	2	2.8	0.2	0.2	-	
Коэффициент теплового расширения (~ 400 °С)	10 ⁻⁶ К ⁻¹	7,1	12,3	11,7	3,4	12~14	13~16	100	
Сопротивление слоя металлизации	МОм / квадрат	10~12	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	
Диэлектрическая постоянная	1 МГц	-	9,8	5,3	5,7	5,6	5,5	4,7	3,8
	2 ГГц	-	-	5,2	5,8	5,7	-	-	-
	10 ГГц	-	-	5,2	5,8	5,6	-	-	-
	60 ГГц	-	-	5,3	5,8	5,6	-	-	-
Тангенс угла диэлектрических потерь	1 МГц	10 ⁻⁴	24	8	5	3	200	100	170
	2 ГГц	10 ⁻⁴	-	35	23	7	-	-	-
	10 ГГц	10 ⁻⁴	-	38	25	12	-	-	-
	60 ГГц	10 ⁻⁴	-	34	33	25	-	-	-
Предел прочности при изгибе	МПа	400	170	280	200	430	580	90	
Модуль Юнга эластичности	ГПа	310	74	95	128	-	23	3.5	

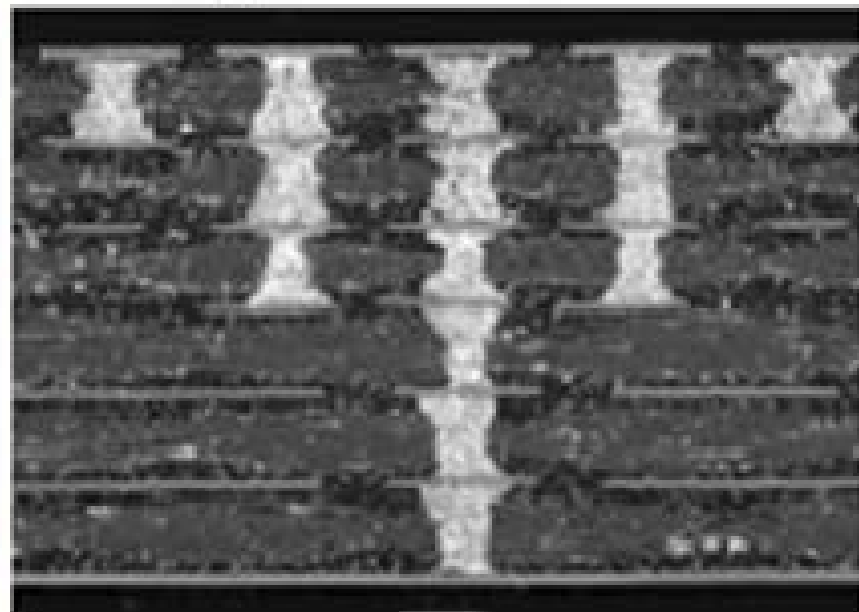
Выбран **GL771**, **NRE** выше чем у полимерных материалов.

Сравнение структуры слоев

Полимеры структурой 4-2-4



Керамика 7 слоев

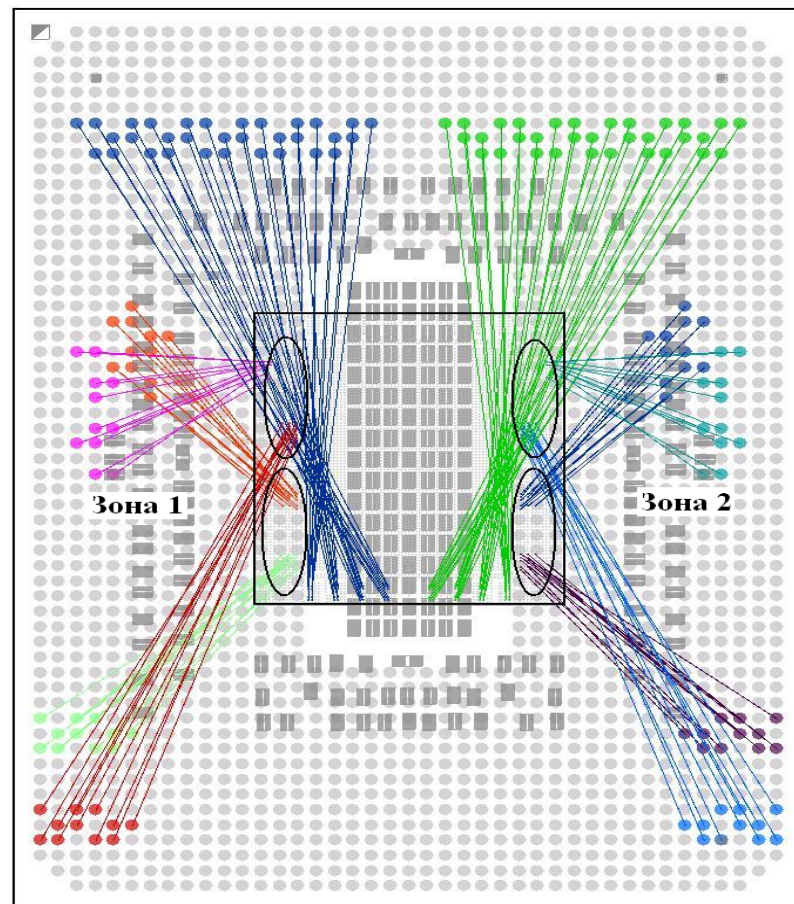
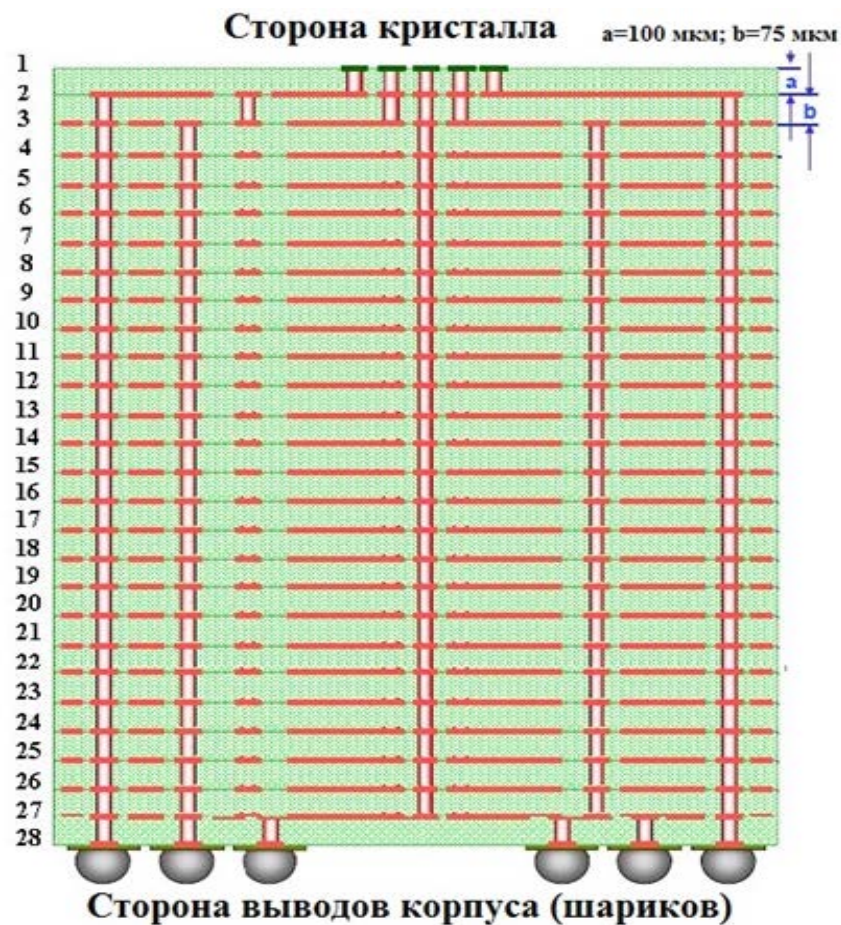


У полимерных плат корпуса существенное ограничение по количеству слоев. Возможна лишь структура 5-2-5 (12 слоев).

Ceramic Packages for Large Scale Integration (LSI) Devices, Flip Chip HITCE® LTCC // URL:

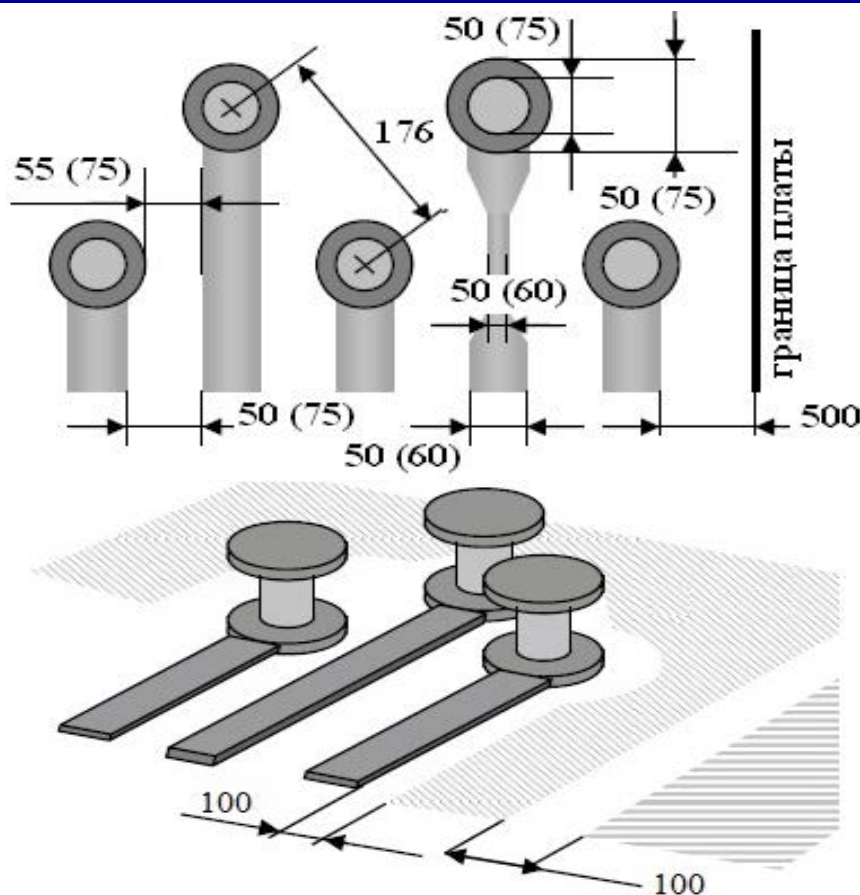
http://global.kyocera.com/prdct/semicon/semi/lsi_pkg/index.html

Связи в корпусе процессора

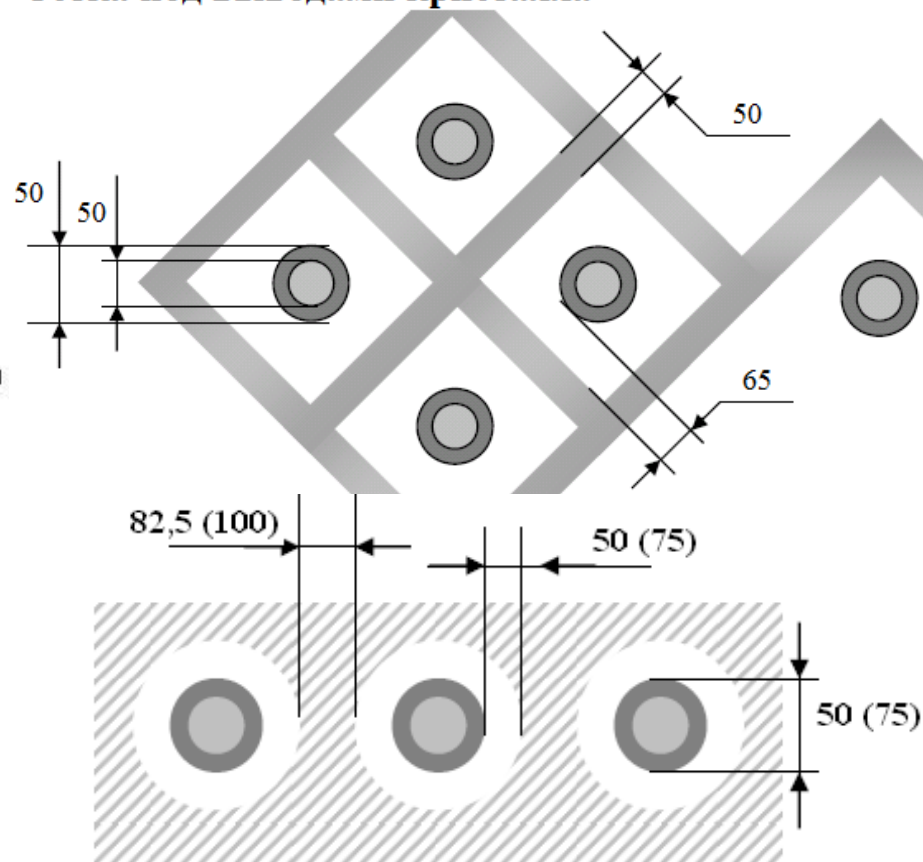


Реализовано равномерное расположение выводов по сторонам кристалла. Следствие - пересечения в корпусе и необходимость 28 слоев платы корпуса.

Нормы для платы корпуса

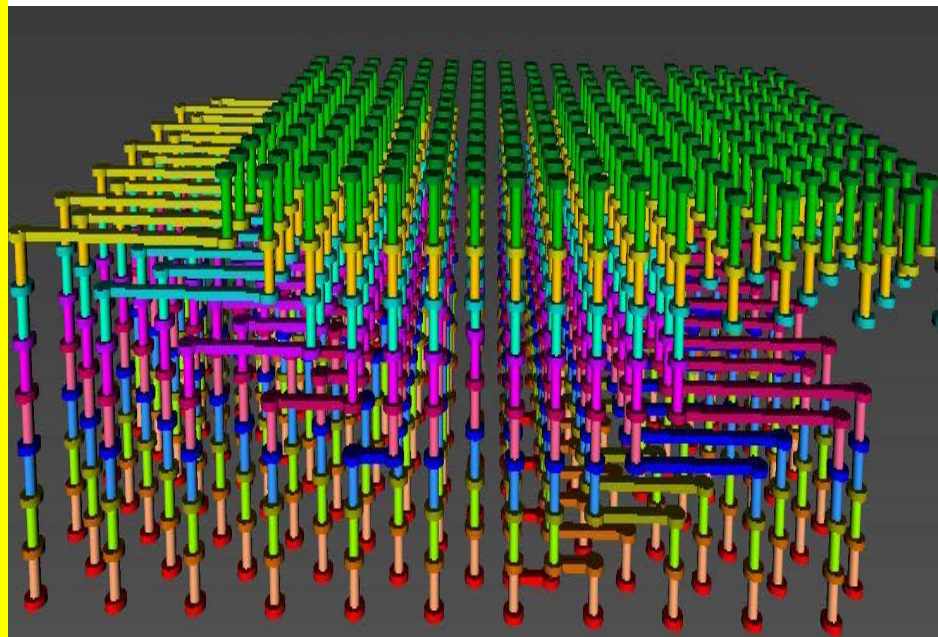


Сетка под выводами кристалла



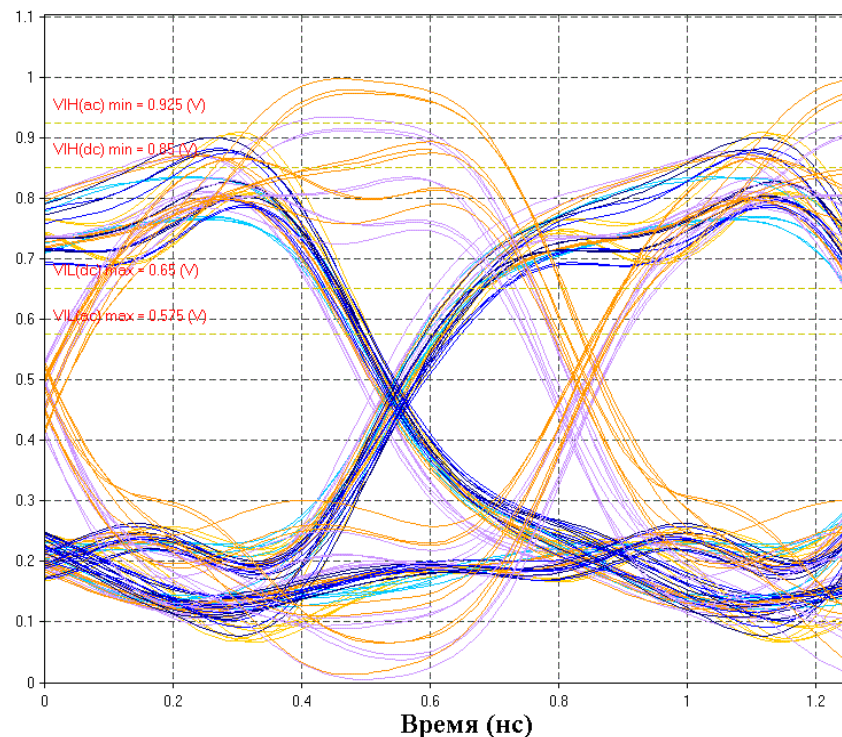
Процесс СС050, единица измерения - мкм. Выделяют минимальные нормы для зоны кристалла. Нормы вне зоны кристалла отмечены в скобках.

Трассировка памяти



Напряжение (В)

Глазковая диаграмма



Увеличение шага между переходными отверстиями сигнальных трасс в области кристалла.

- 1) Подключение питания с минимальным сопротивл.**
- 2) Трассировка байт с зазорами или на разл. слоях.**

Заключение

- **Выбрана эффективная конструкция микросхемы**
- **Реализовано назначение сигналов выводам микросхемы**
- **Выбран материал GL771 для керамической платы корпуса**
- **Использована технология СС050 для реализации платы корпуса**
- **Реализована трассировка платы корпуса**
- **Поведено моделирование системы кристалл – корпус-плата**
- **Получены опытные образцы микросхем для проведения испытаний**