

Особенности проектирования печатных плат на металлическом основании

Муравьёв Ю.В.

Возникновение температурного ПОЛЯ

- Только 5-10% потребляемой электронными устройствами мощности превращается в мощность полезных сигналов
- Остальные 90-95% потребляемой мощности рассеиваются в виде тепловой энергии, что приводит к возникновению температурного ПОЛЯ

Решение задач теплового проектирования методом иерархического моделирования

5 уровней иерархического
моделирования

Пятый уровень

Моделирование температурно-влажностного режима помещения, в котором будет устанавливаться и эксплуатироваться проектируемое электронное изделие

Четвертый уровень

Моделирование и расчет поля
температуры и влажности воздушной
среды внутри каждой стойки
проектируемого электронного устройства

Третий уровень

Моделирование и расчет поля температуры, скорости движения и влажности воздушной среды, протекающей внутри панелей проектируемого электронного устройства

Второй уровень

Моделирование теплового режима каждого электронного модуля в панели: температурное поле печатной платы с установленными на ней электронными компонентами, температура корпусов электронных компонентов

Первый уровень

Моделирование температуры на
кристалле электронного компонента

Влияние температуры на кристаллах ИС на эксплуатационные характеристики электронного изделия

- Надежность
- Работоспособность
- Помехоустойчивость
- Быстродействие

Печатные платы – второй уровень иерархического моделирования

Пример теплового расчета

- Рассеиваемая мощность на светодиоде:

$$PD = VF * IF$$

Где

IF = Прямой ток

VF = Прямое напряжение

Тепловой расчет

- тепловое сопротивление между р-п переходом и окружающей средой θ_{Ja}

$$\theta_{Ja} = (T_J - T_A) / P_D$$

Где

T_J - рекомендуемая температура р-п перехода

T_A - температура окружающей среды

Тепловой расчет

- Тепловое сопротивление светодиода θ_{JV}

$$\theta_{JV} = \theta_{Jc} + \theta_{cb}$$

Где

θ_{Jc} – тепловое сопротивление между р-п переходом и корпусом

θ_{cb} – тепловое сопротивление (припоя, пасты) между корпусом и печатной платой

Тепловой расчет

- Тепловое сопротивление печатной платы $\theta_{ВА}$

$$\theta_{ВА} = \theta_{Ja} - \theta_{JB}$$

Где

θ_{Ja} – тепловое сопротивление между p-n переходом и окружающей средой

θ_{JB} – Тепловое сопротивление светодиода

Расчет минимальной ширины проводника

**Calculating
Minimum
Trace
Width**

$$W_C = \left[\frac{T_S I^2 R_S}{K_S T_{RISE}} + T_S^2 \right]^{1/2} - T_S$$

where:

W_C = Conductor Width (meters)

T_S = Dielectric Thickness (meters)

I = Current (Amps)

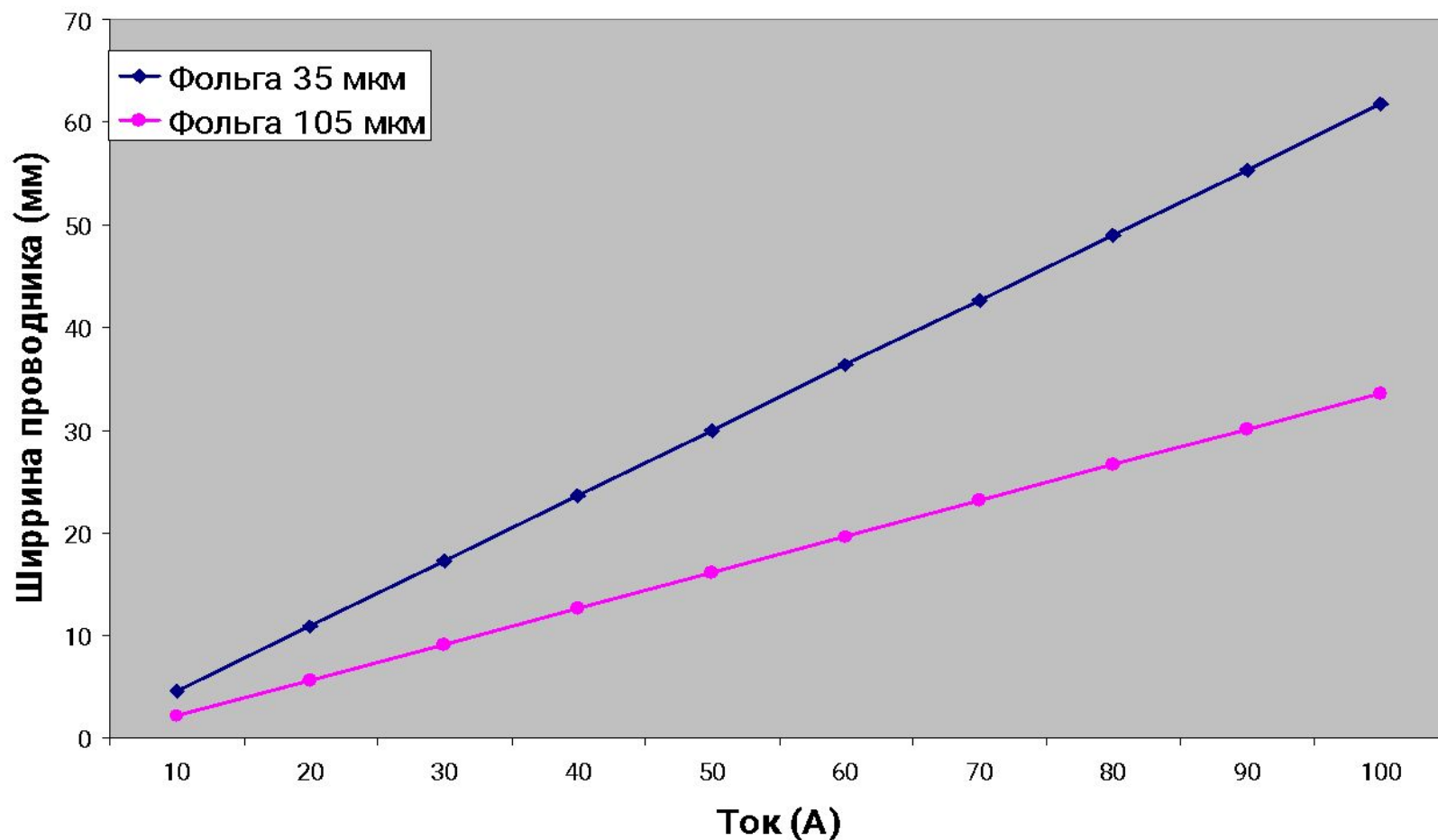
R_S = Circuit Sheet Resistivity $\frac{1.78 \times 10^{-8} \Omega \cdot m}{T_C}$

T_C = Foil Thickness (meters)

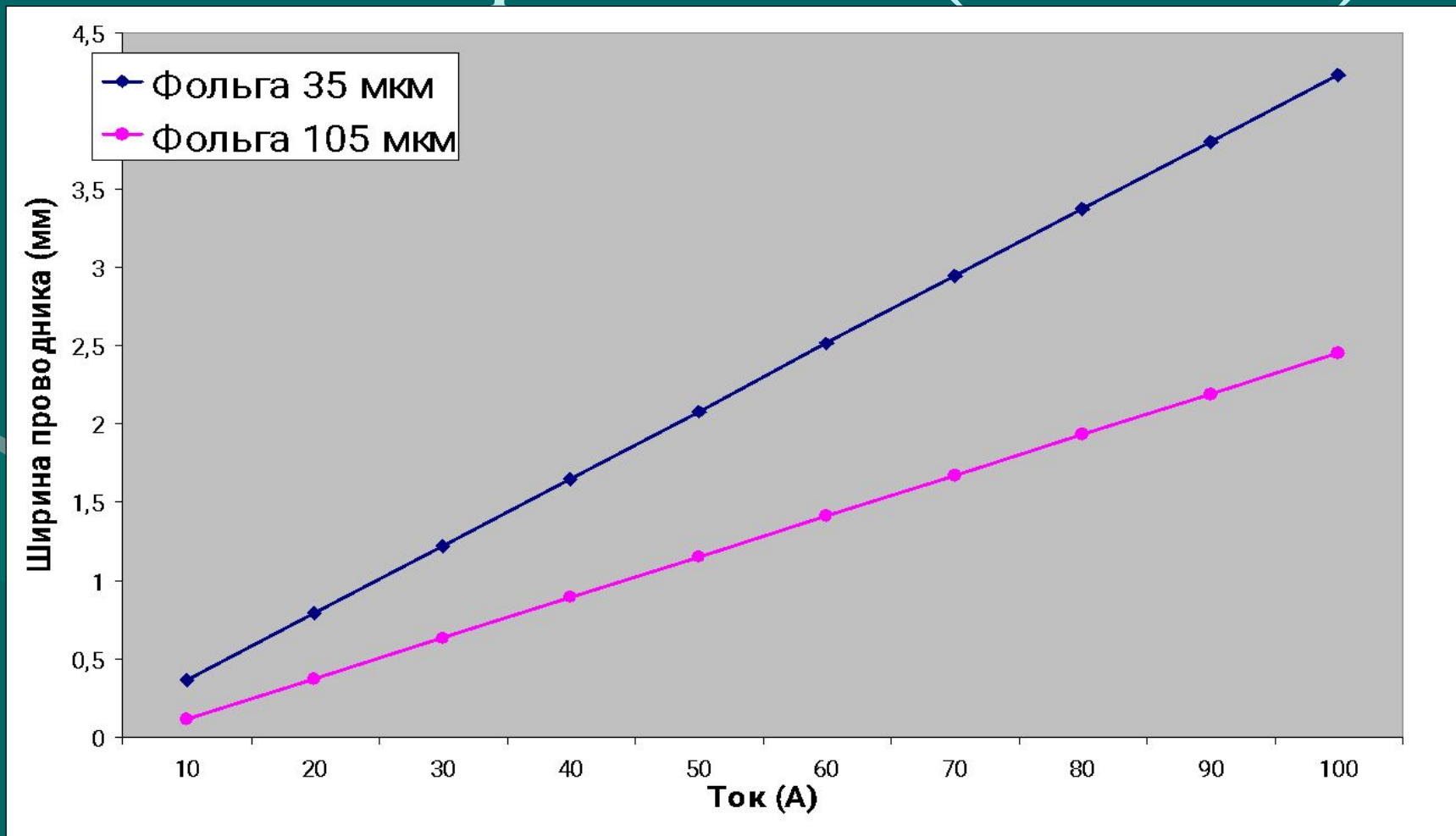
K_S = Thermal Conductivity of the Dielectric (W/m-K)

T_{RISE} = Allowable Temperature Rise (K)

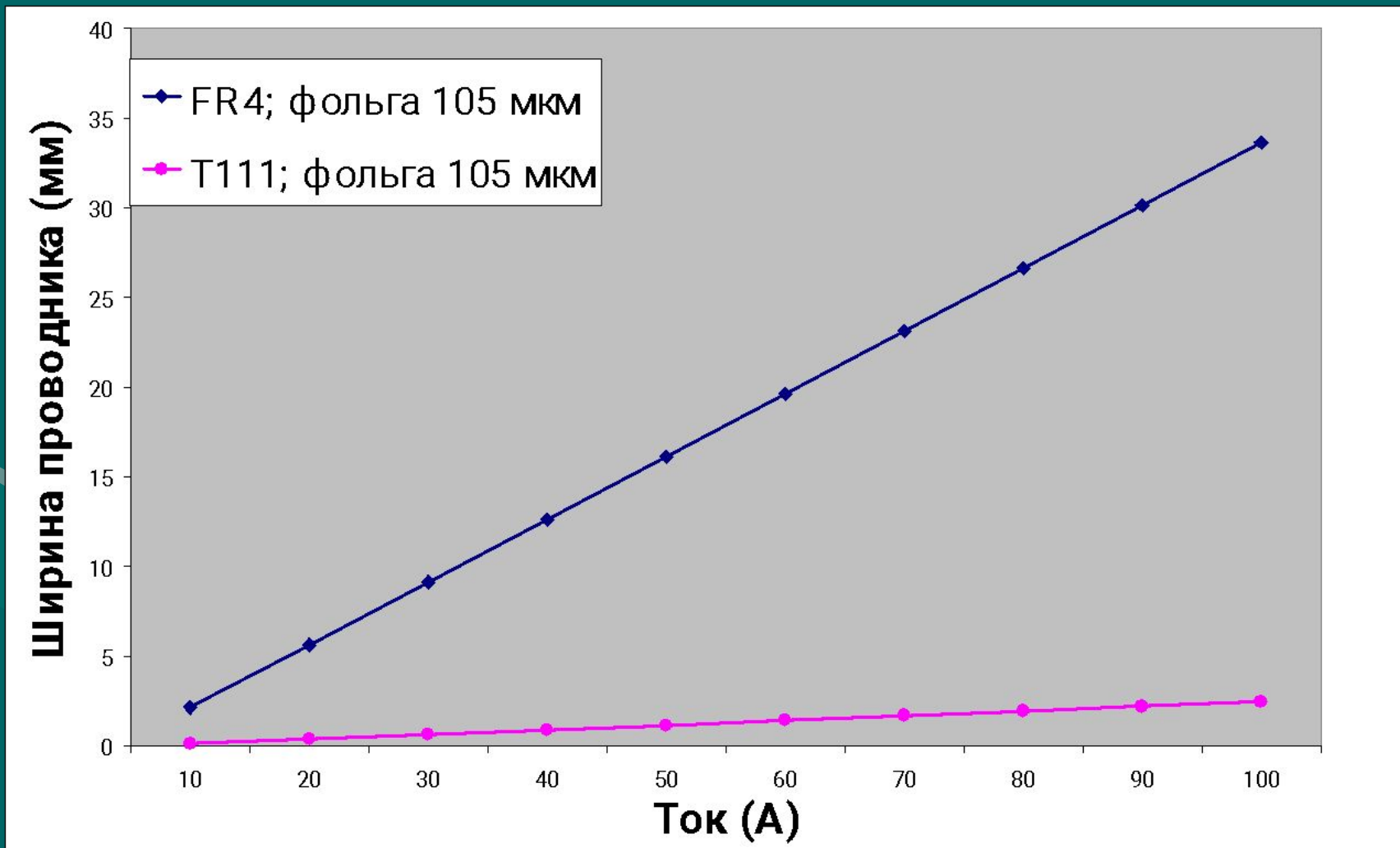
Ширина проводника в зависимости от толщины фольги для материала FR4 ($\Delta T - 10^{\circ}\text{C}$)



Ширина проводника в зависимости от толщины фольги для материала T111 ($\Delta T - 10^\circ\text{C}$)



FR4 и платы на алюминиевом основании ($\Delta T - 10^{\circ}\text{C}$)

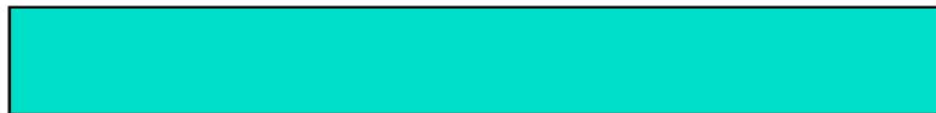


Конструкции печатных плат

T-прег

с медной фольгой на обеих сторонах

T-прег



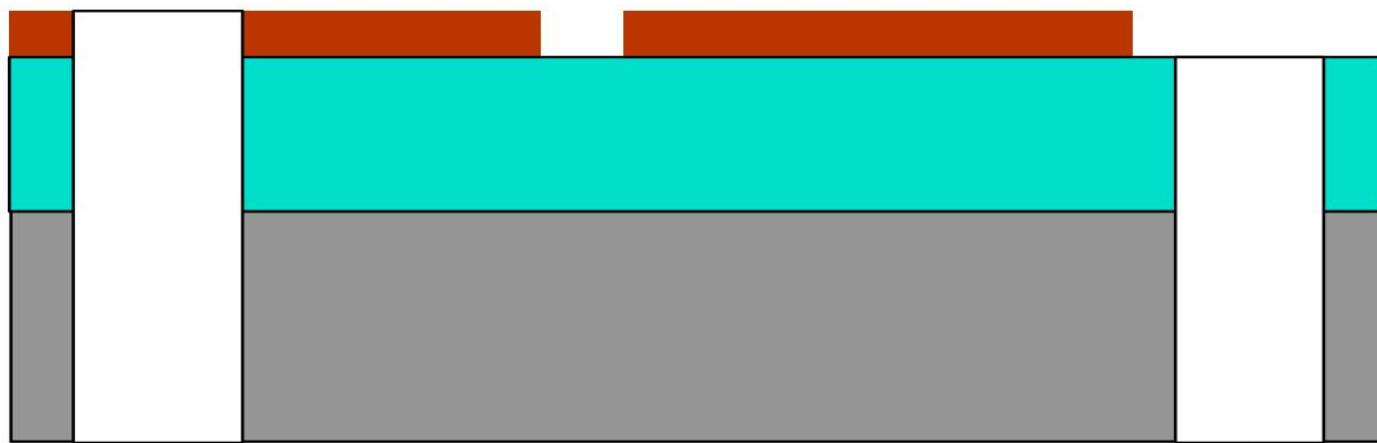
Медная фольга



Платы на металлическом основании

- Однослойные печатные платы
- Двухслойные и многослойные печатные
платы

Базовый материал



Монтажное отверстие



Используемые электронные КОМПОНЕНТЫ

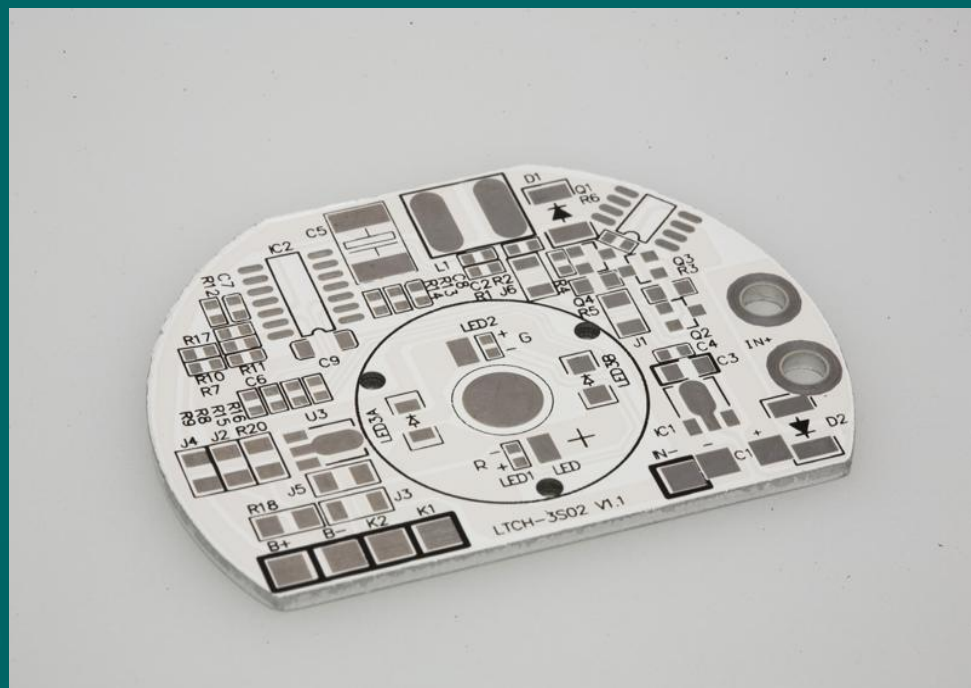
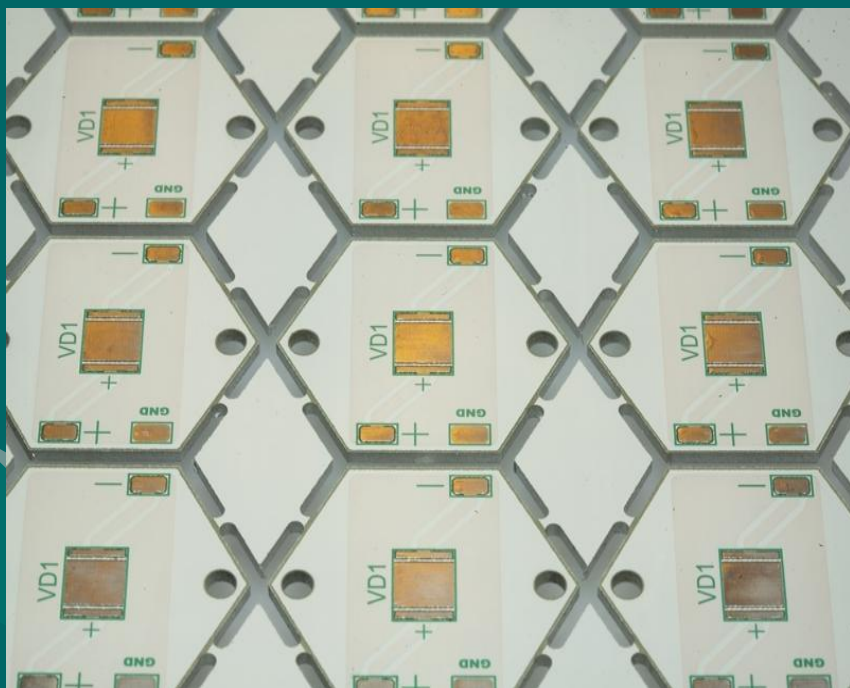
- SMT – элементы

ДА

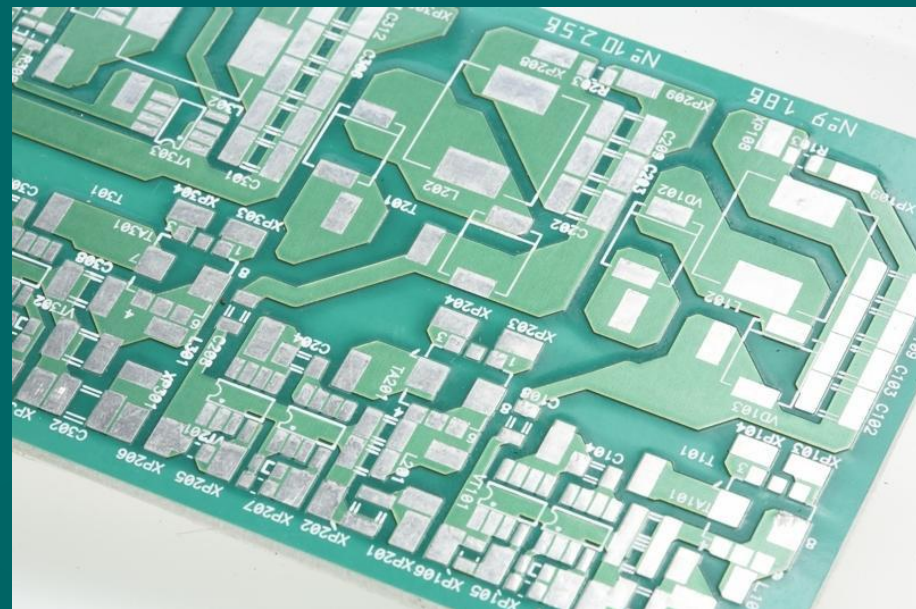
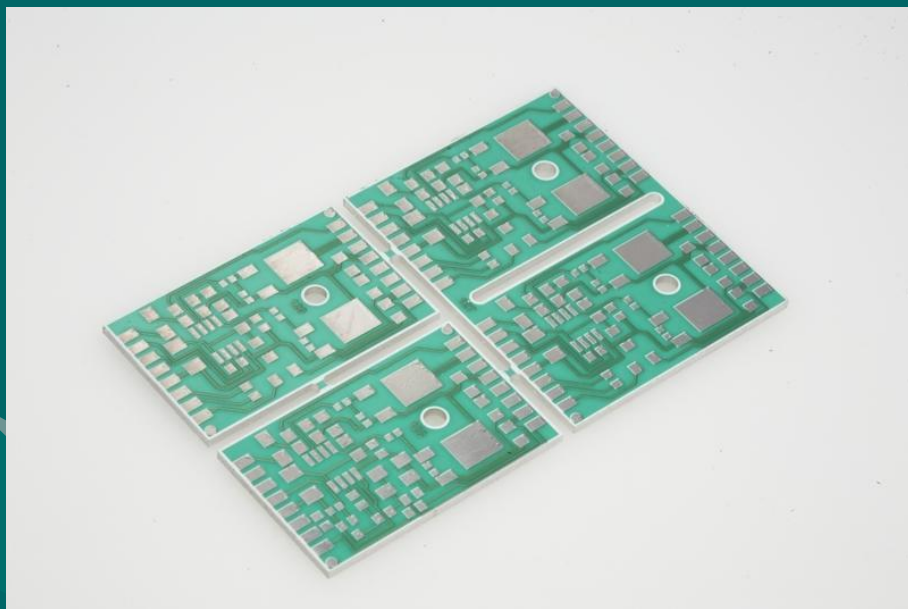
- DIP – элементы

НЕТ

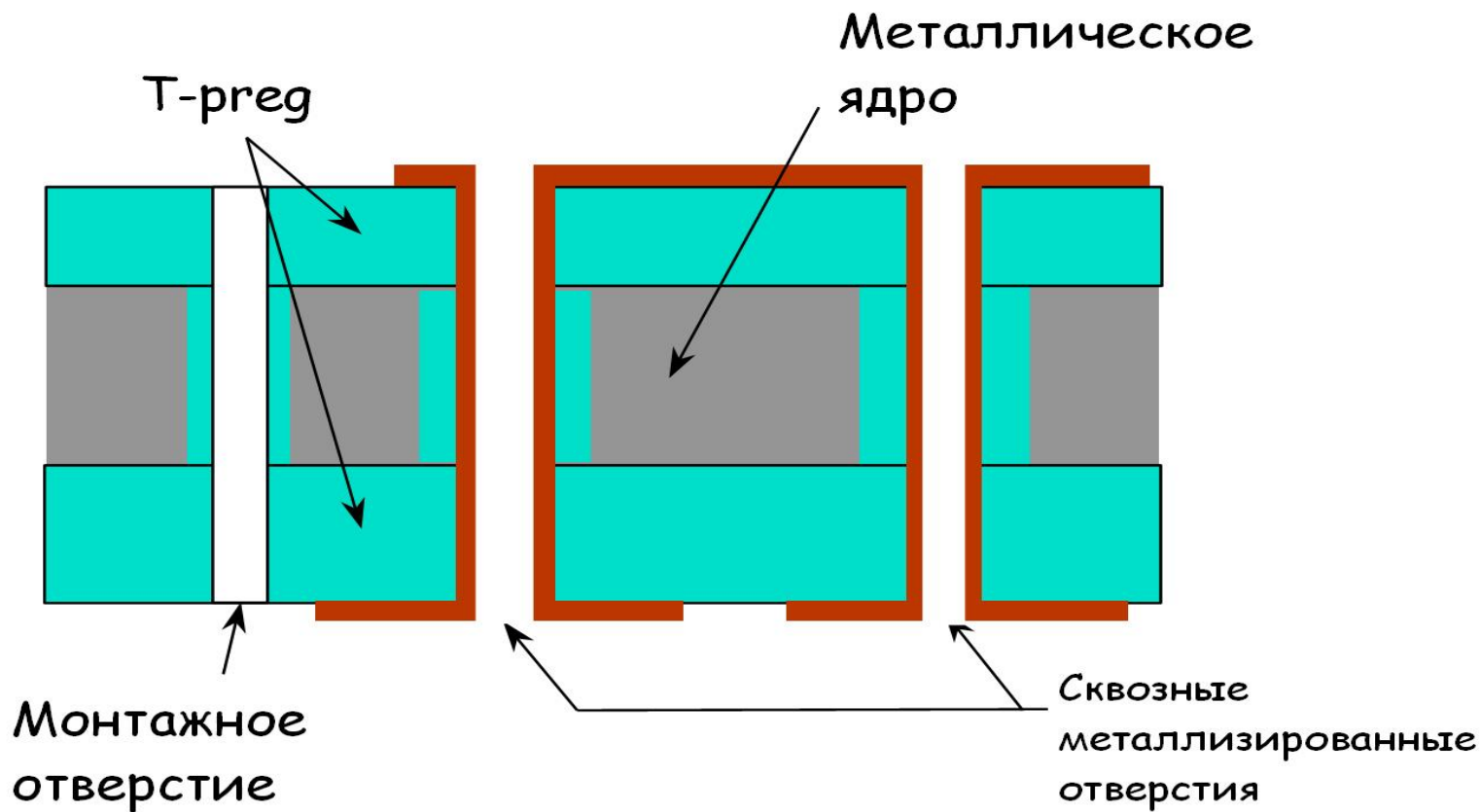
Образцы печатных плат на металлическом основании



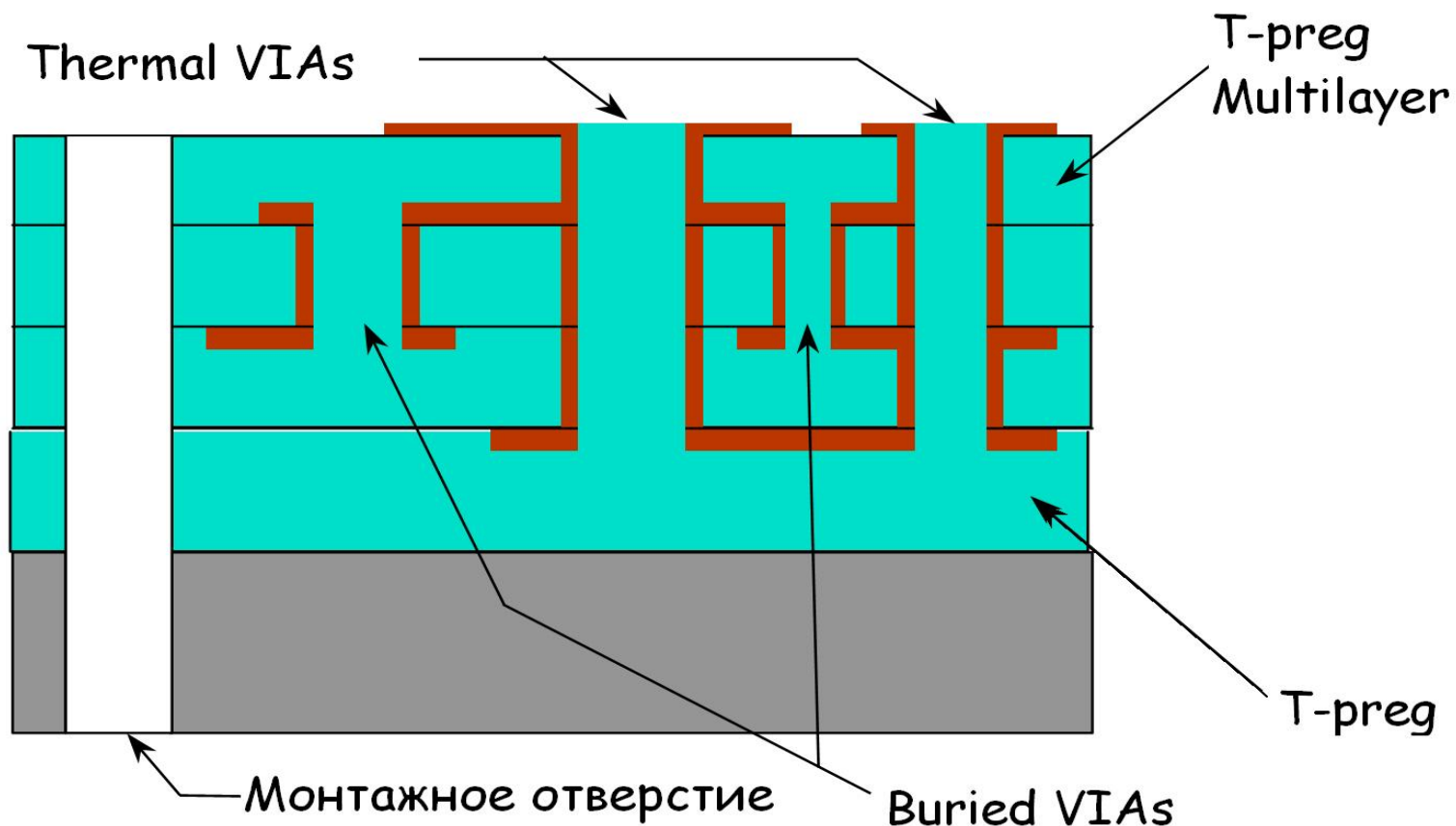
Образцы печатных плат на металлическом основании



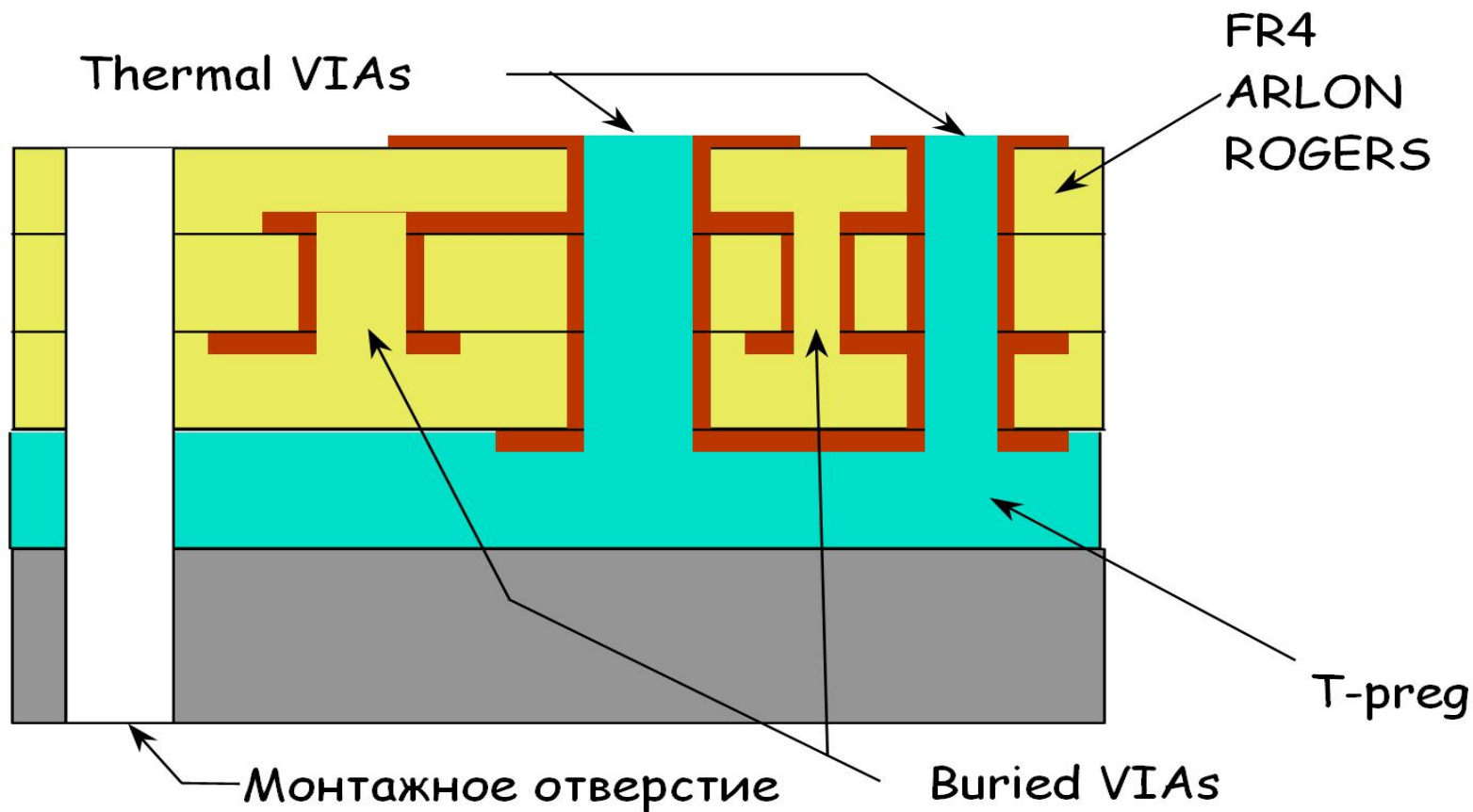
Двухслойная печатная плата с металлическим ядром



МПП с металлическим ОСНОВАНИЕМ



МПП с металлическим ОСНОВАНИЕМ



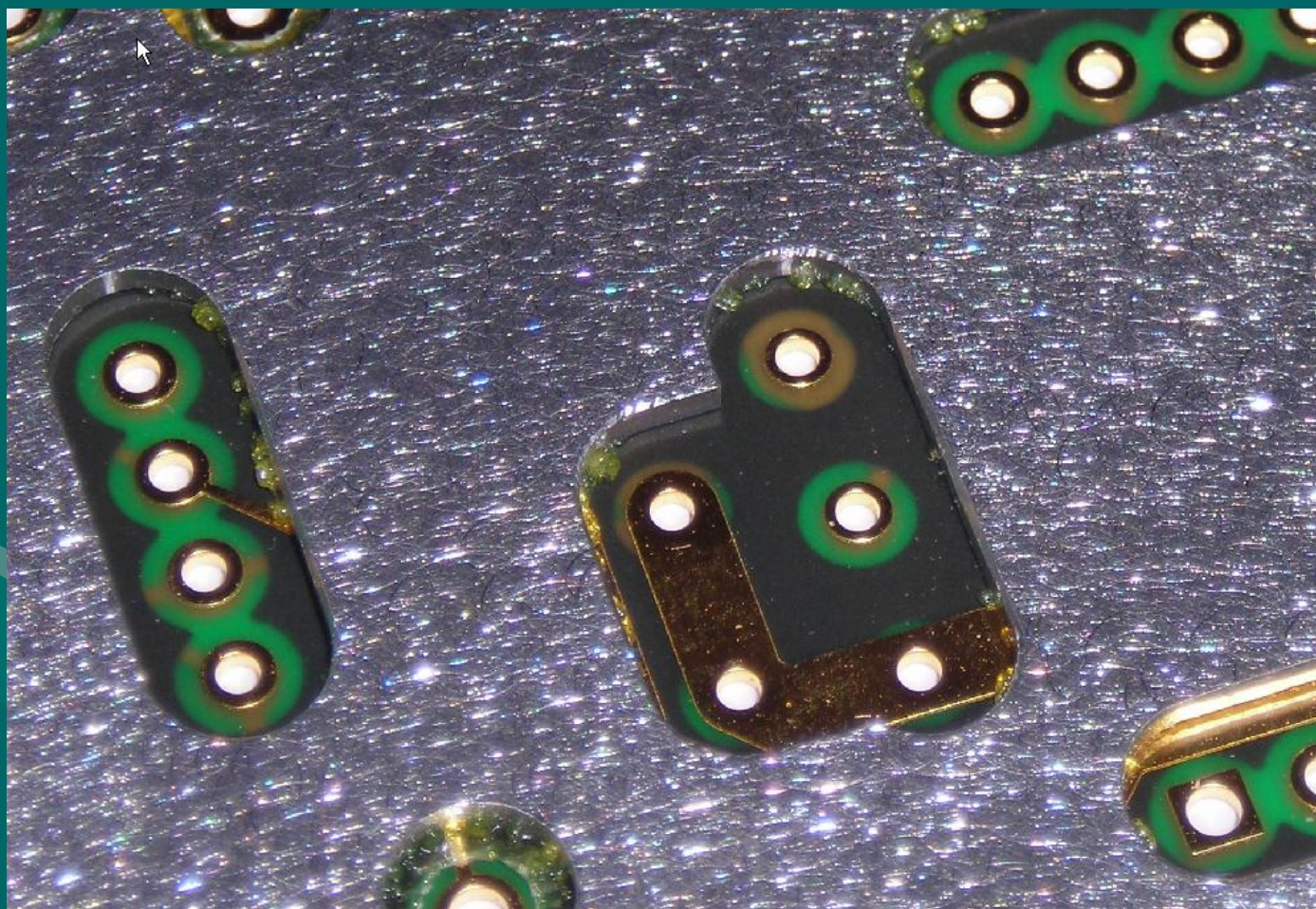
Используемые электронные КОМПОНЕНТЫ

- SMT – элементы
- DIP – элементы

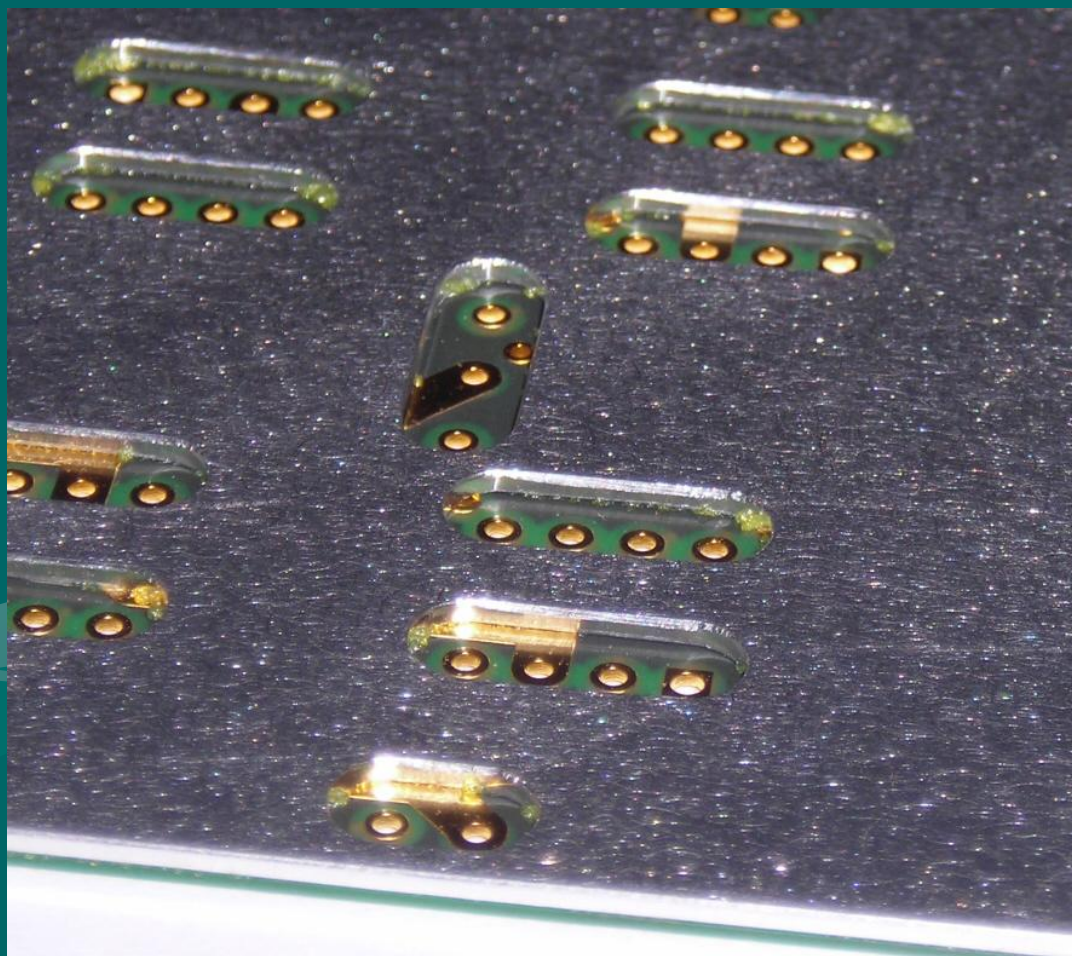
ДА

ДА

Образец многослойной печатной платы с алюминиевым основанием



Образец многослойной печатной платы с алюминиевым основанием



Краткий обзор материалов,
используемых на нашем
производстве

Базовый материал

Медная фольга

Теплопроводящий изоляционный
слой

Металлическое основание

Медная фольга (однослойные платы)

- 35 мкм
- 70 мкм
- 105 мкм
- 140 мкм

Металлическое основание

- Алюминий
- Медь
- Сталь

Теплопроводность

- Алюминий - 150W/МК
- Медь - 400W/МК

Толщина базового материала

Срочное производство

- 1.5 мм

Серийное производство

- 1.0 мм
- 1.5 мм
- 2.0 мм

Варианты
теплопроводящего
диэлектрика,
использующегося на
нашем производстве

ИЗОЛЯЦИОННЫЙ СЛОЙ

Препрег на основе стекловолокна

- RUIKAI IMS-03
- 75 мкм
- $1.42^{\circ}\text{C}/\text{W}$

ИЗОЛЯЦИОННЫЙ СЛОЙ

- Теплопроводящие материалы из полимеров на основании керамики
- RUIKAI; BERGQUIST; TOTKING
- От 75 мкм до 150 мкм
- От $0.45^{\circ}\text{C}/\text{W}$ до $1.0^{\circ}\text{C}/\text{W}$

ИЗОЛЯЦИОННЫЙ СЛОЙ

- BERGQUIST
- От $0.45^{\circ}\text{C}/\text{W}$ до $0.7^{\circ}\text{C}/\text{W}$

ИЗОЛЯЦИОННЫЙ СЛОЙ

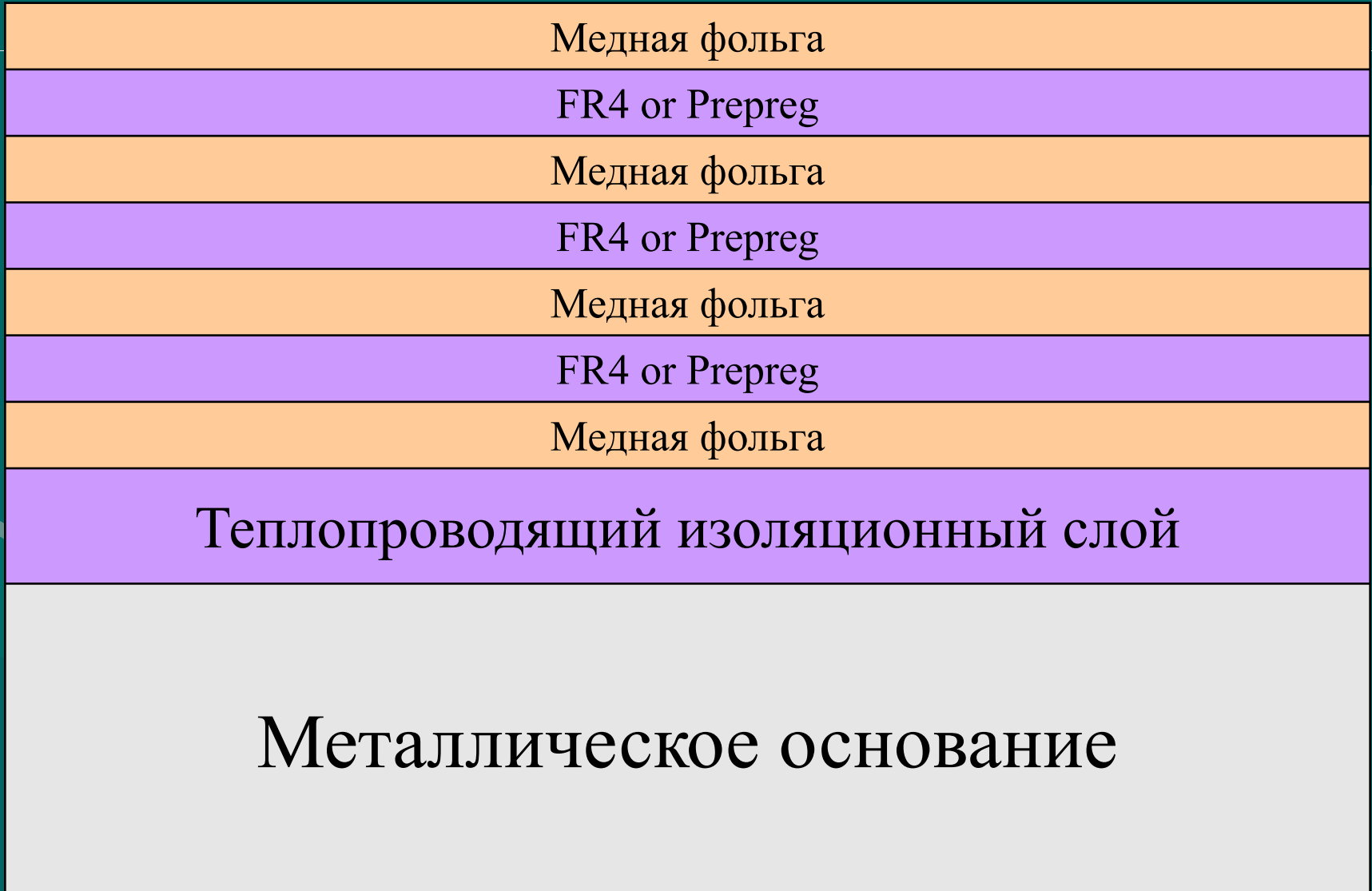
- TOTKING - T111
- 100 мкм
- $0.7^{\circ}\text{C}/\text{W}$



Напряжение пробоя

- TOTKING - 2.5KV
- RUIKAI - от 4.0KV до 8.0KV
- BERGQUIST - до 11KV

Структура платы



Медная фольга (двухслойные и многослойные печатные платы)

- 18 мкм
- 35 мкм
- 70 мкм
- 105 мкм
- 140 мкм

Металлическое основание

- Алюминий
- Медь
- Сталь

ИЗОЛЯЦИОННЫЙ СЛОЙ

- ARLON ML99
- ARLON ML92
- ARLON 49N

Сравнение теплопроводности материалов

- FR4 0.25-0.35 W/MK
- ARLON 99ML 1.1 W/MK
- ARLON 92ML 2.0 W/MK
- ARLON 49N 0.25 W/MK

Маскирующее покрытие

Двухкомпонентная жидкая паяльная маска

- Белая
- Черная
- Зеленая
- Синяя
- Красная



Позиционные обозначения (шелкография)

- Белый
- Черный
- Желтый
- Зеленый (срочное производство)

Финишное покрытие

- HASL
- Lead Free HASL
- Immersion Gold
- Gold Plating
- Immersion Silver
- Immersion Tin

Технологические ВОЗМОЖНОСТИ

Срочное производство



Используемый материал

- TOTKING - T111
- Толщина алюминиевого основания – 1.5 мм
- Толщина диэлектрика - 100 мкм
- Толщина медной фольги – 35 мкм
- Тепловое сопротивление диэлектрика - $0.7^{\circ}\text{C}/\text{W}$

Технологические требования срочного производства

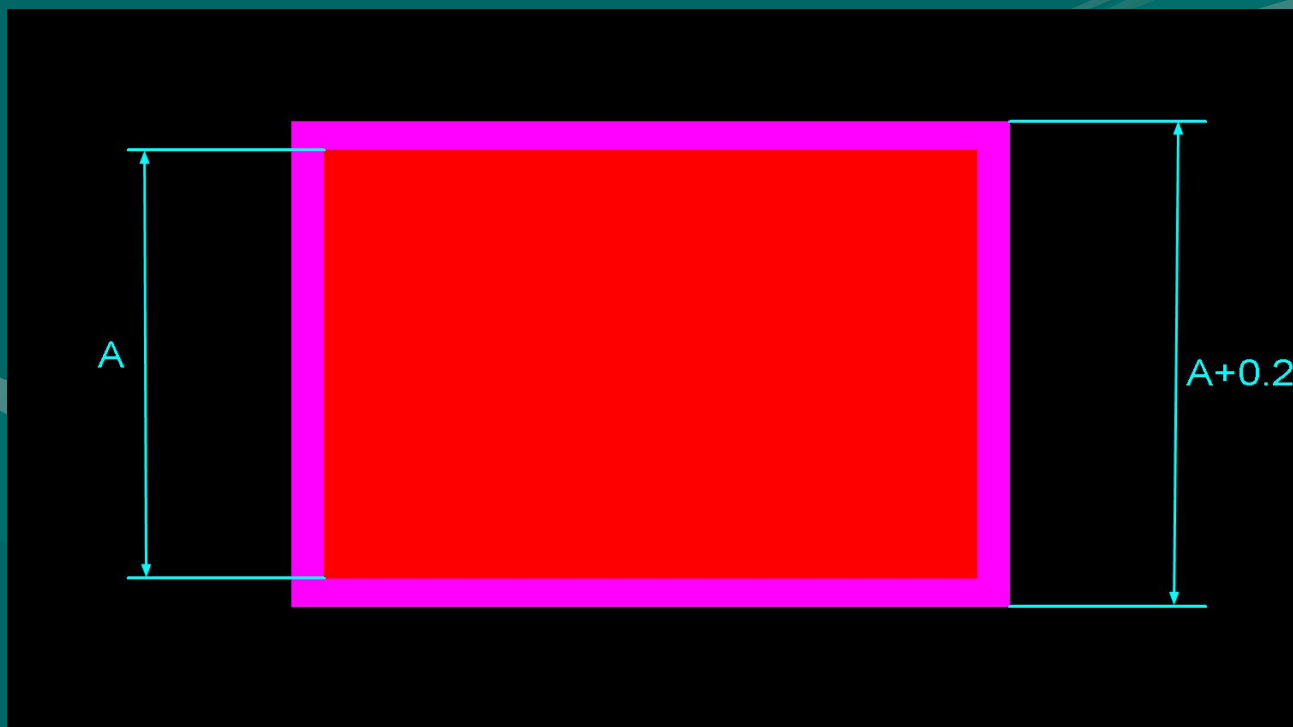
- Минимальный зазор – 0.24 мм
- Мин. ширина проводника – 0.24 мм
- Минимальное отверстие – 0.9 мм
- Отверстия более 4.0 мм - фрезеровка
- Максимальный размер готовой платы – 380 мм X 320 мм

Технологические требования срочного производства

- Минимальный зазор от края платы до металла – 0.25 мм
- Минимальное расстояние от края платы до отверстия – одна толщина платы (1.5 мм)

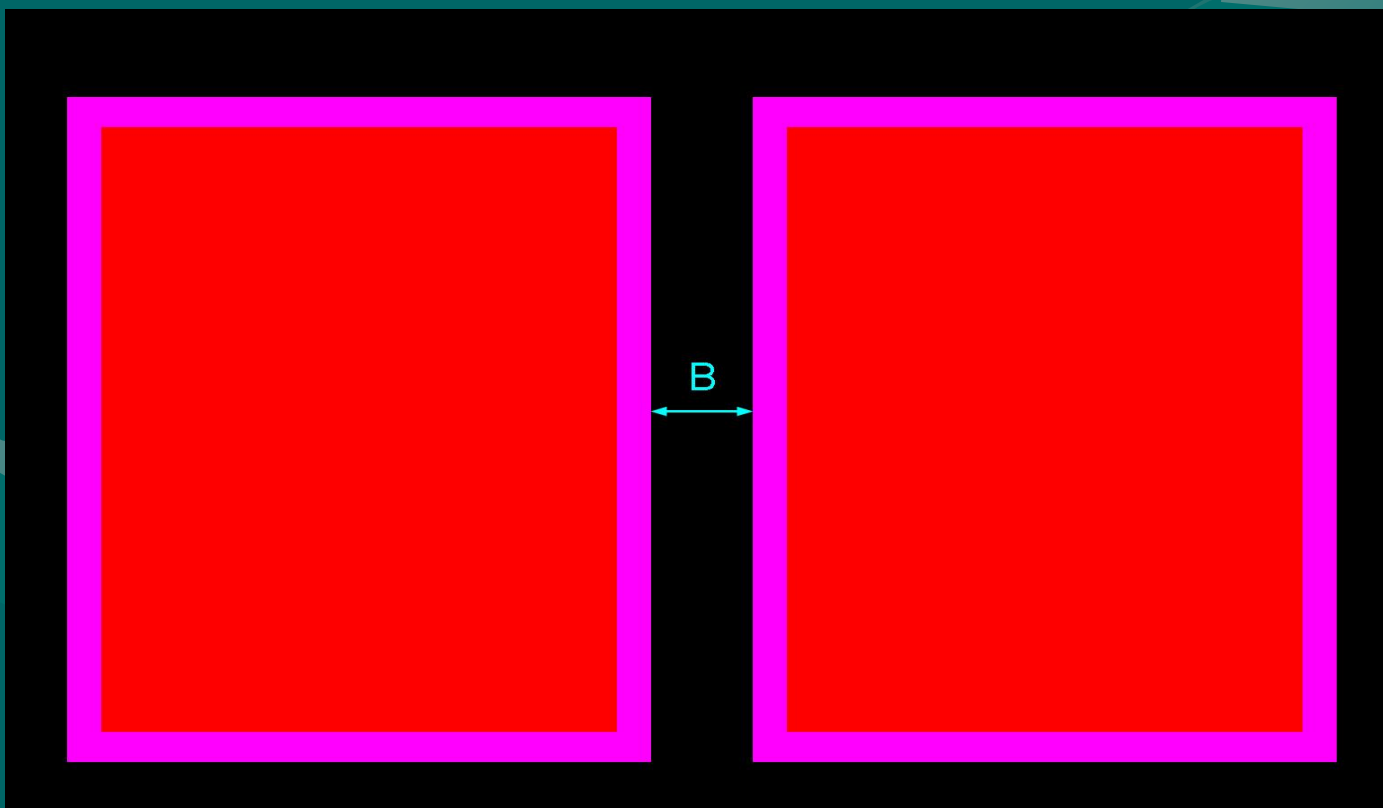
Технологические требования срочного производства

- Минимальное вскрытие площадки в маске – размер площадки $+0.20$ мм (0.10 мм на сторону)



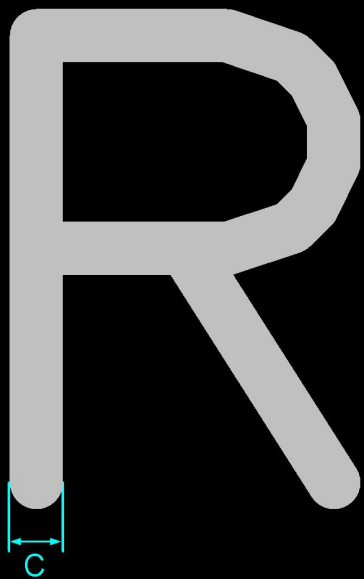
Технологические требования срочного производства

- Минимальная ширина масочного мостика — 0.15 мм (желательно 0.20 мм)



Технологические требования срочного производства

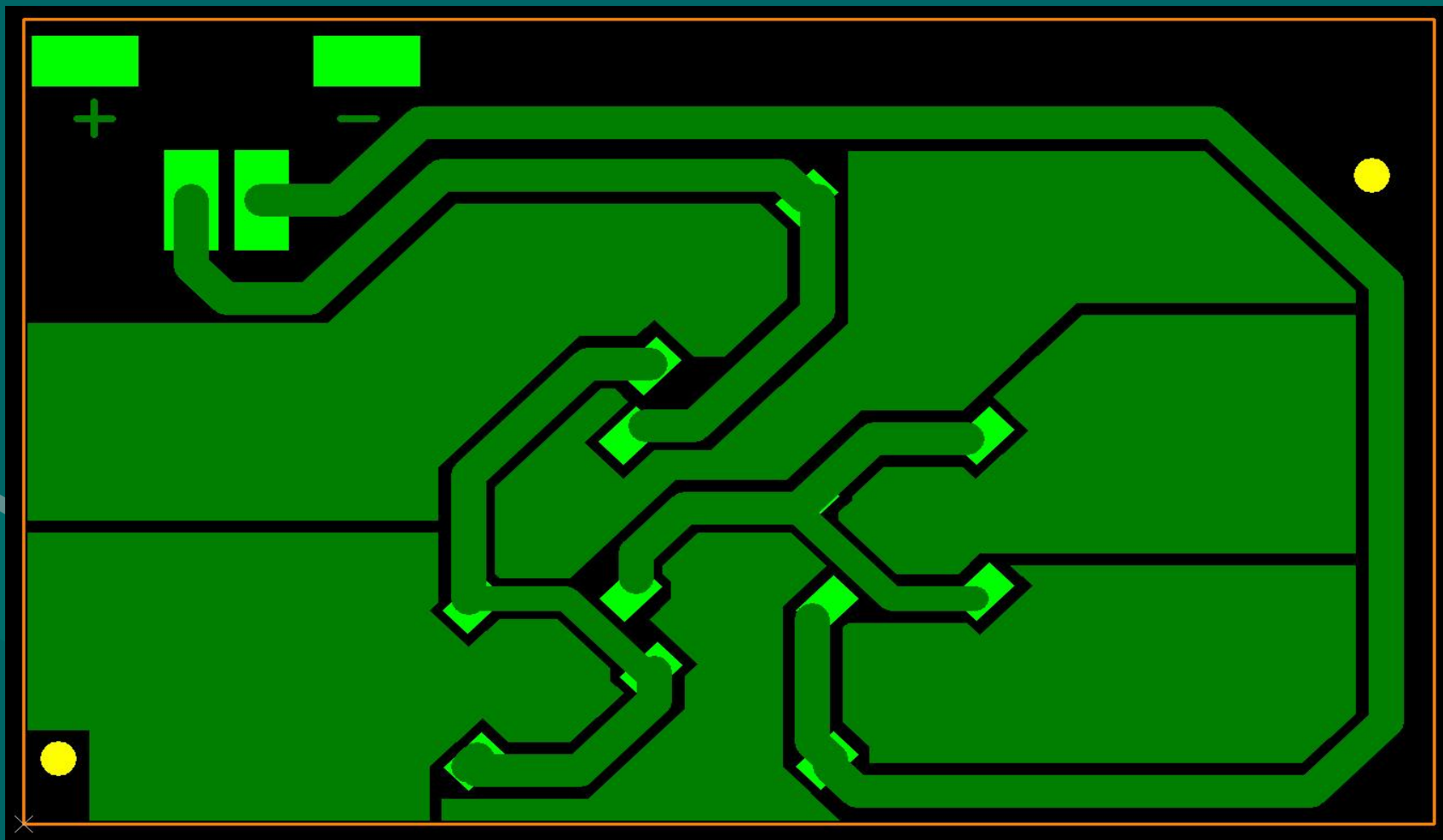
- Минимальная ширина линии маркировки — 0.15 мм



Размер рабочего поля заготовки на срочном производстве

- Малая заготовка - 173 мм x 285 мм
- Большая заготовка - 320 мм x 380 мм
- Максимальный размер готовой платы – 380 мм X 320 мм

Пример топологии платы на алюминиевом основании



Внимание!

Паразитная емкость

Технологические ВОЗМОЖНОСТИ

Серийное производство

A stylized illustration of two hands, one from the left and one from the right, reaching towards each other. Between their fingers is a glowing, translucent sphere with a grid-like pattern, suggesting a globe or a digital sphere. The hands and sphere are rendered in a light, semi-transparent style against the dark teal background.

Используемые материалы (однослойные печатные платы)

- RUIKAI; BERGQUIST; TOTKING
- Толщина алюминиевого основания –
 - от 1.0 до 2.0 мм
- Толщина диэлектрика -
 - от 75 мкм до 150 мкм

Используемые материалы (однослойные печатные платы)

- RUIKAI; BERGQUIST; TOTKING
- Толщина медной фольги —
 - от 35 мкм до 140 мкм
- Тепловое сопротивление диэлектрика —
 - от $0.45^{\circ}\text{C}/\text{W}$ до $1.42^{\circ}\text{C}/\text{W}$

Медная фольга (двухслойные и многослойные печатные платы)

- 18 мкм
- 35 мкм
- 70 мкм
- 105 мкм
- 140 мкм

Технологические требования серийного производства

- Минимальная ширина проводника/минимальный зазор
- Для фольги 18 мкм — 0.10/0.10 мм
- Для фольги 35 мкм — 0.15/0.15 мм
- Для фольги 70 мкм — 0.20/0.20 мм
- Для фольги 105 мкм — 0.25/0.25 мм
- Для фольги 140 мкм — 0.30/0.30 мм

Технологические требования серийного производства

- Минимальный зазор от края платы до металла (фрезерование) – 0.20 мм
- Минимальный зазор от края платы до металла (скрайбирование) – 0.40 мм
- Минимальное расстояние от края платы до отверстия – одна толщина платы

Технологические требования серийного производства

- Минимальное вскрытие площадки в маске – размер площадки $+0.10$ мм (0.05 мм на сторону)
- Минимальная ширина масочного мостика – 0.15 мм (желательно 0.20 мм)
- Минимальная ширина линии маркировки – 0.15 мм

Спасибо за внимание

