



中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

自制电感在28-Gbps VCSEL驱动器中的应用

杨东旭

中国科学技术大学

核探测和核电子学国家重点实验室

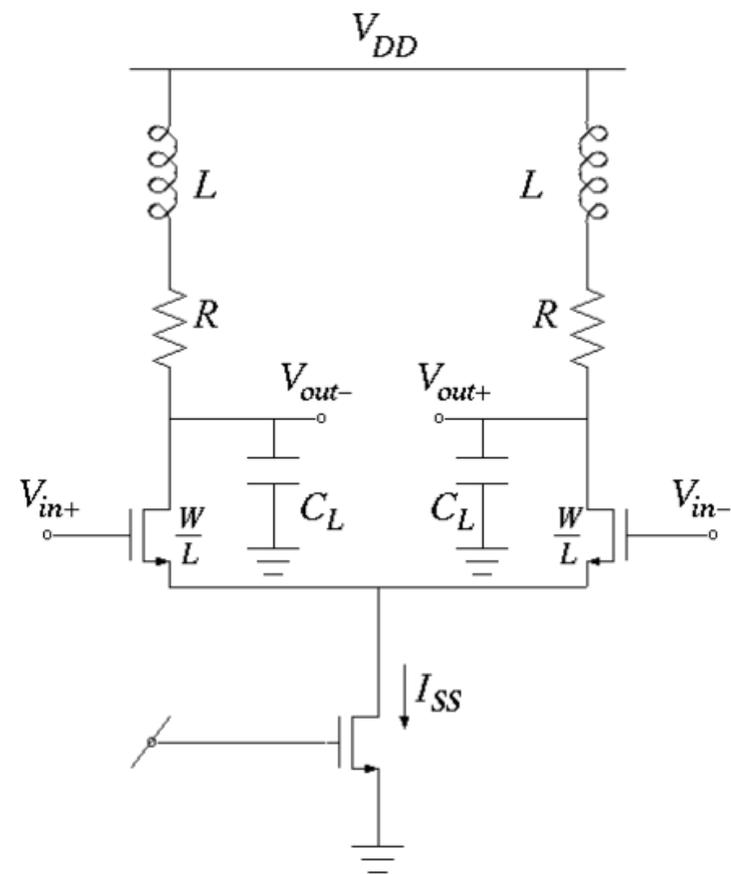
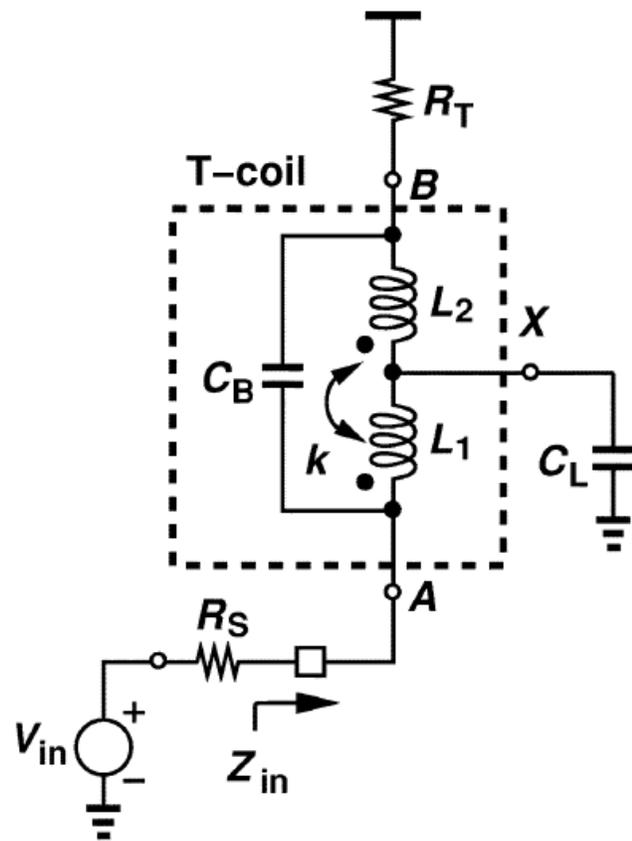
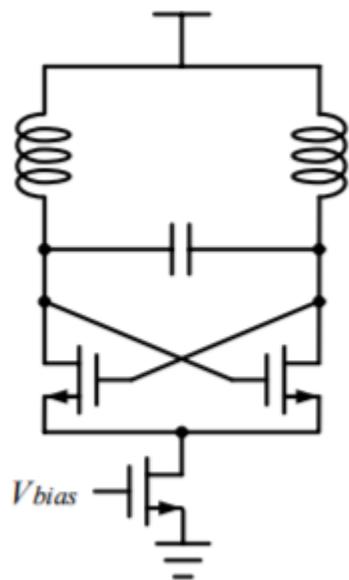
2017.10.13

Outline

- 片上电感的应用
- VLAD28简介
- 自制电感
 - 对比
 - PeakView
- 版图对比
- 仿真结果
- 总结

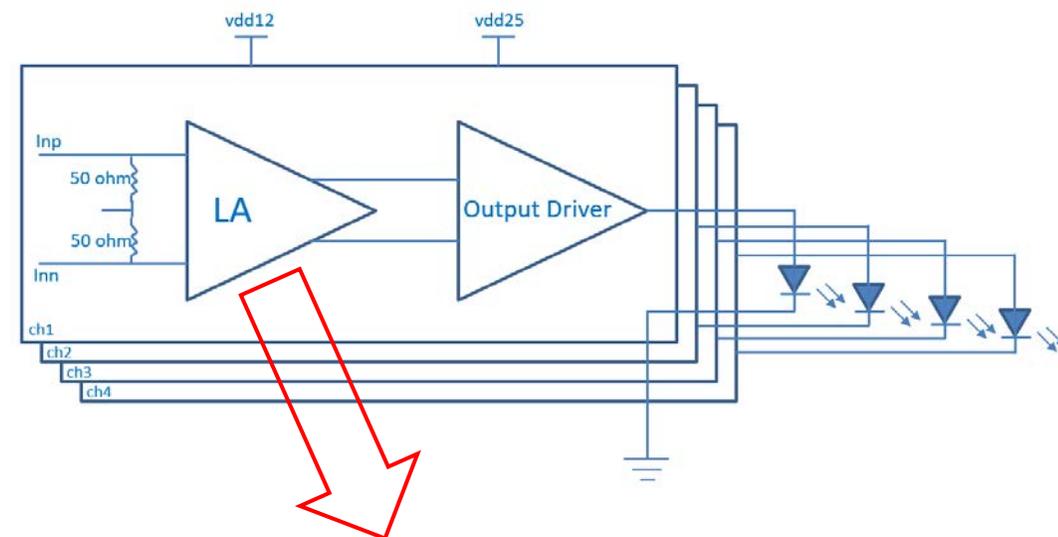
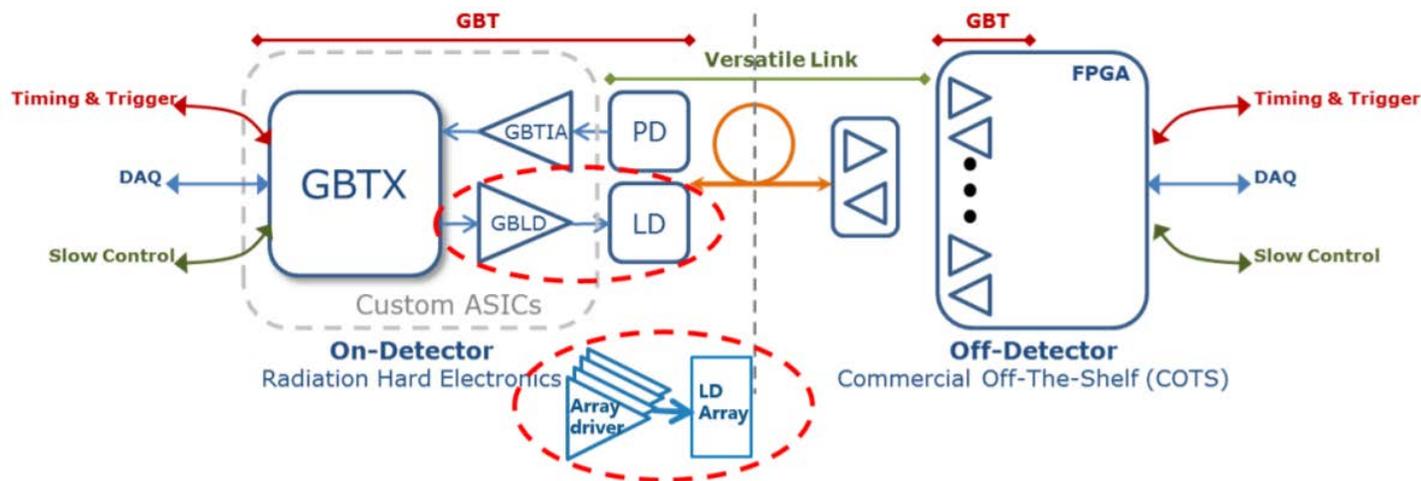
片上电感的应用

- 有源电感：源级跟随器等，缺点是增加功耗，引入额外的噪声等
- 无源电感：
 - 射频电路
 - LC-VCO
 - T-Coil
 - Peaking

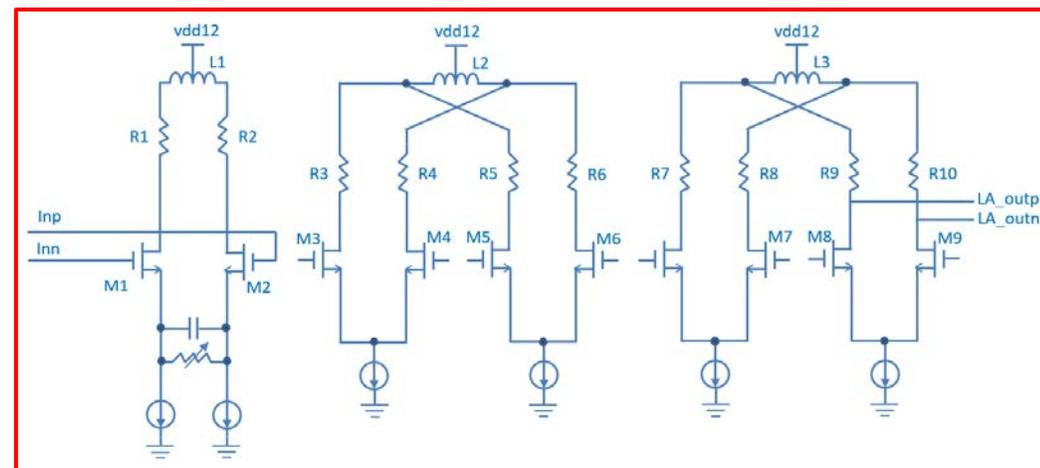


VLAD28 简介

- VLAD: 4通道, 10-Gbps/ch的VCSEL Driver

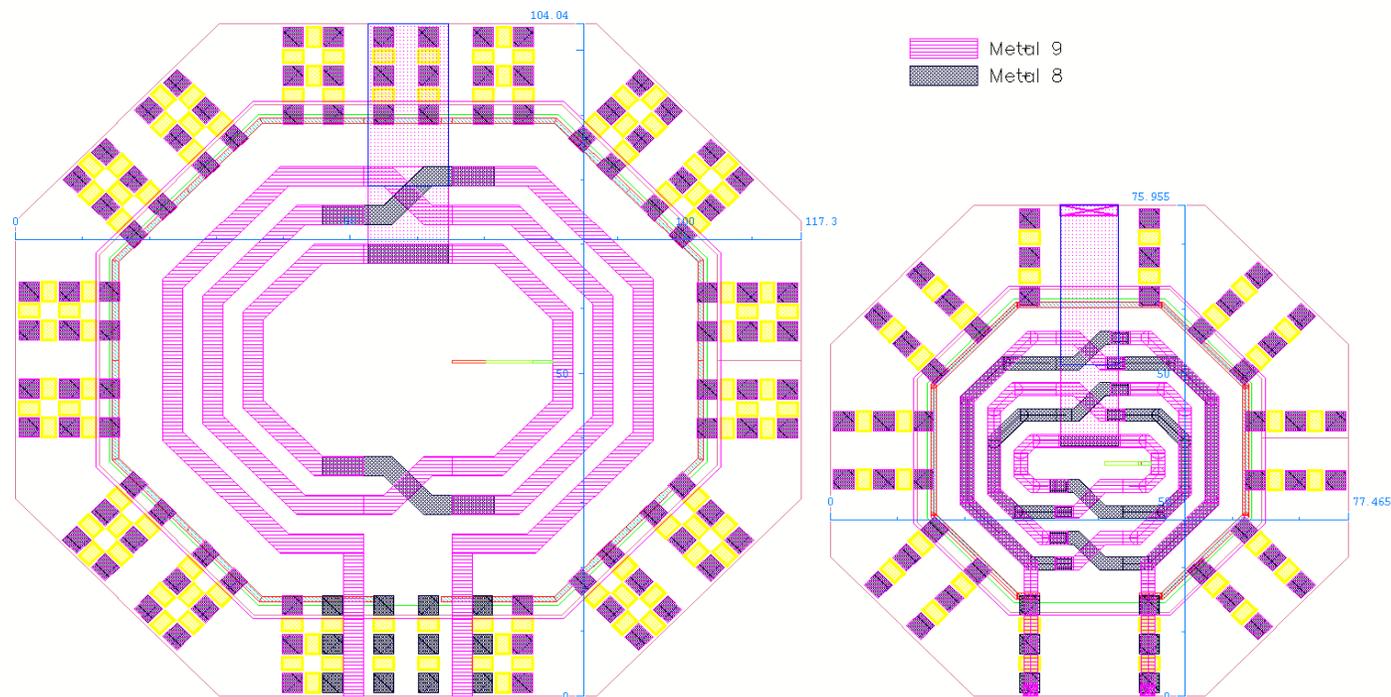


- VLAD28是VLAD的升级版本
- 28-Gbps/channel
- 65 nm TMSC工艺
- 前放LA (Limiting Amplifier)由三阶差分运放构成
- 每一阶均采用电感peaking来提高带宽
- 对称的三端口中心抽头电感



PDK电感 VS 自制电感

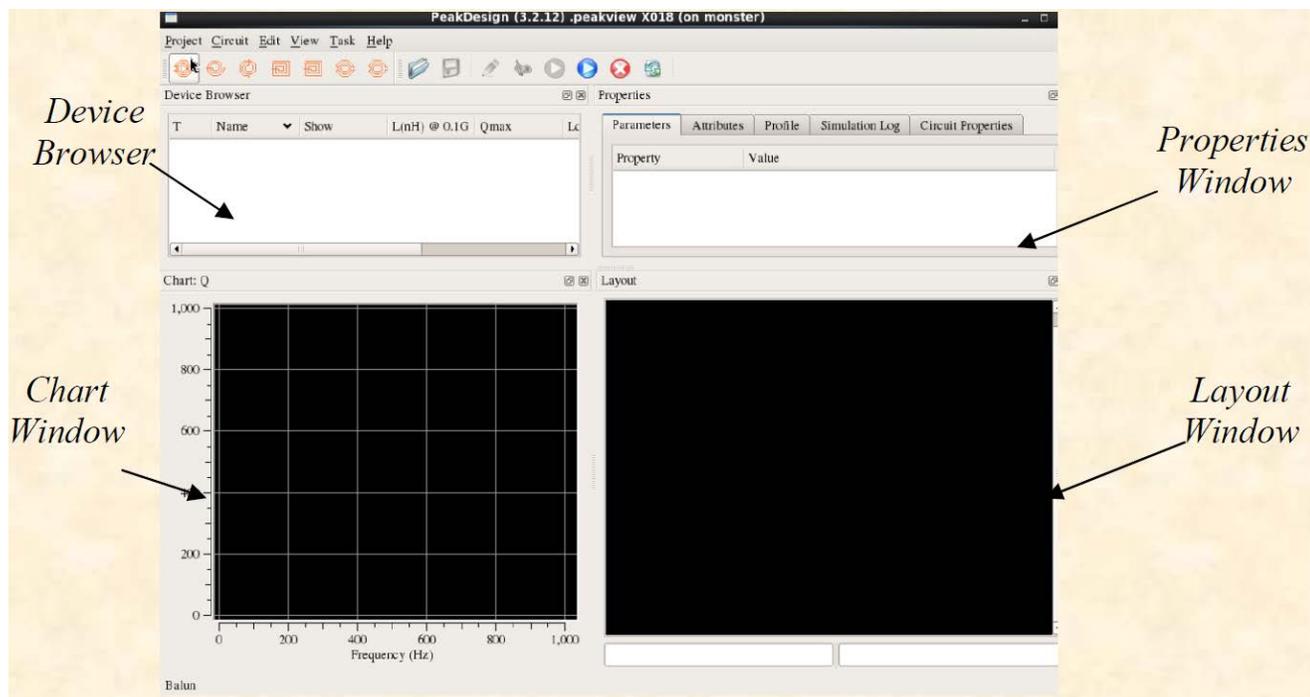
- PDK电感的缺点
 - 面积大
 - 金属层利用率低
- 自制电感：
 - 可利用多层金属绕线
 - 利用互感来提高整体电感值
 - 面积小



PDK电感（左）和自制电感（右）的感值均在600 pH左右，但后者的面积只有前者的48%。

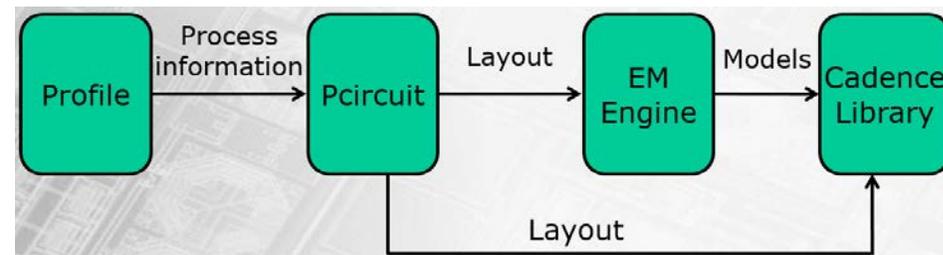
PeakView简介

- Lorentz Solution公司出品，支持电磁分析和layout提参建模
- 集成于Cadence Virtuoso内，具有可视化操作界面
- 支持Balun、传输线、电感和变压器等
- 界面如下：

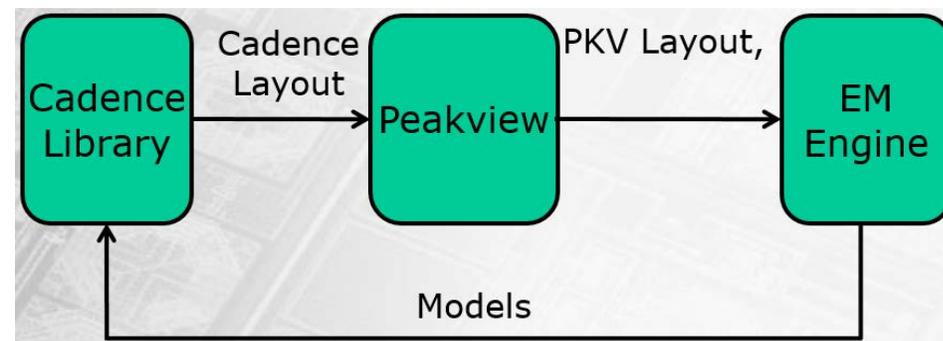


- 两种流程：

1. EM Design:

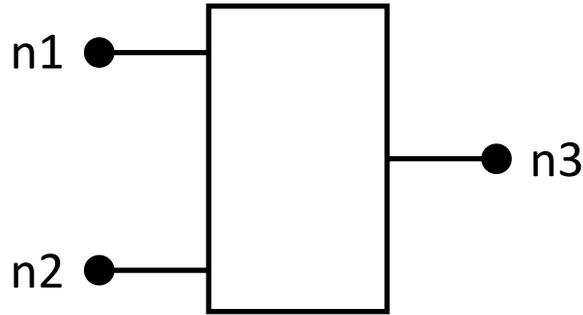


2. LEM (Layout EM):



电感的计算

对于三端口器件，其差分电感可用如下公式计算：

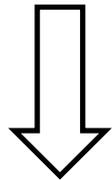


$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{1,DM} \\ I_{2,DM} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{1,DM} \\ I_{2,DM} \end{bmatrix} \quad \text{其中,}$$

$$Z_{11} = \left. \frac{V_1}{I_1} \right|_{I_2=0} \quad Z_{12} = \left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{I_1=0}$$

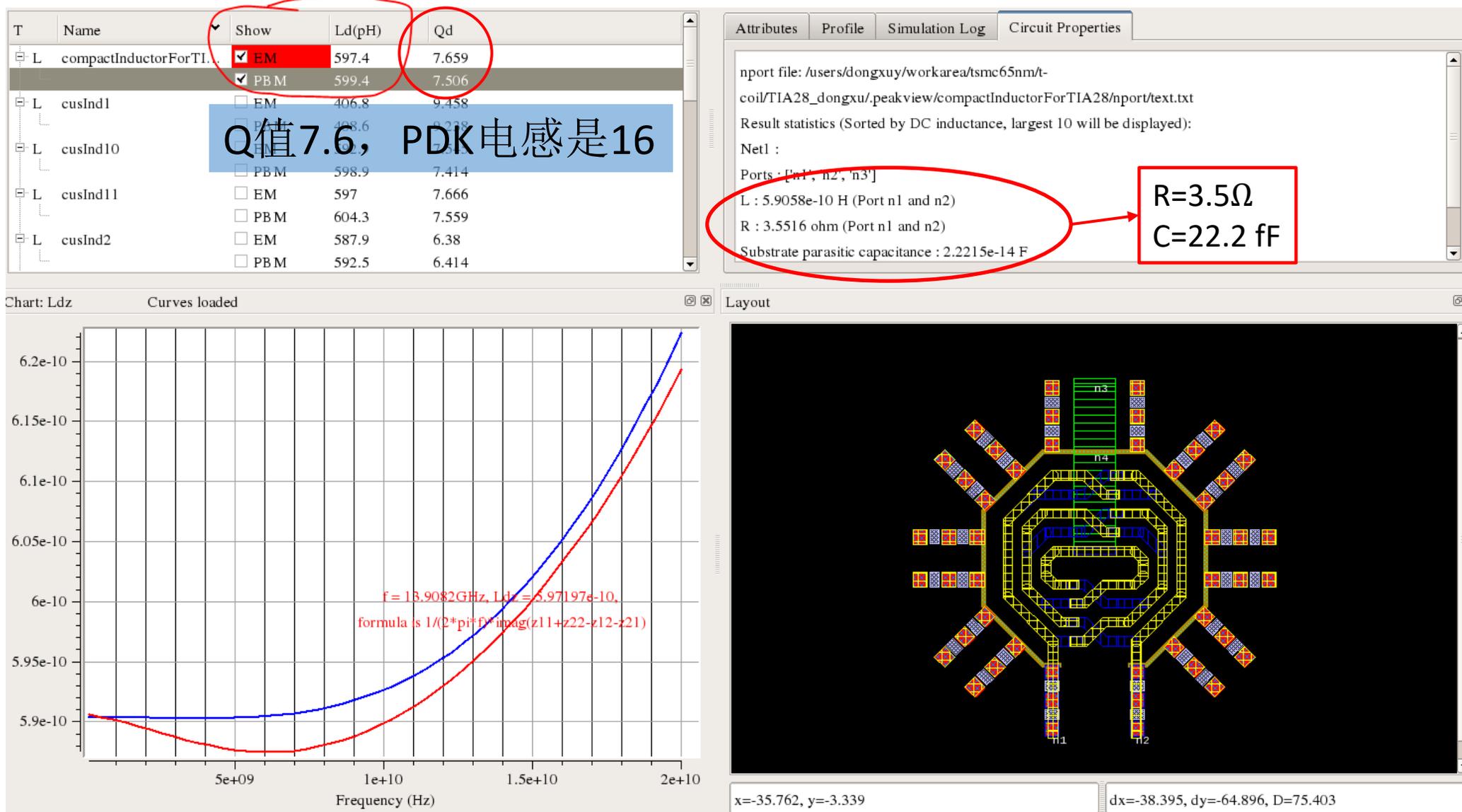
$$Z_{21} = \left. \frac{V_2}{I_1} \right|_{I_2=0} \quad Z_{22} = \left. \frac{V_2}{I_2} \right|_{I_1=0}$$

$$I_{1,DM} = -I_{2,DM} = \frac{I_1 - I_2}{2}$$



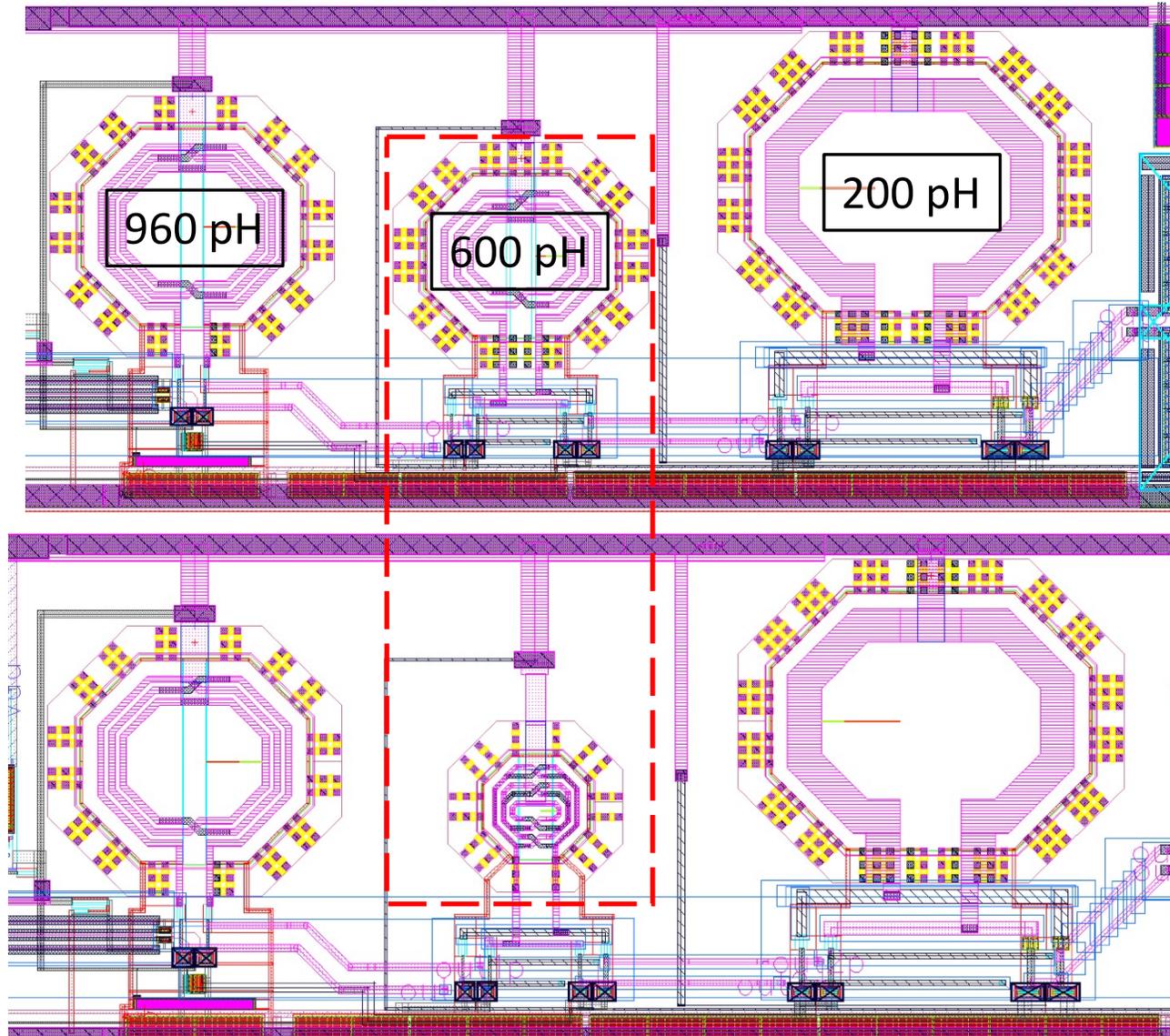
$$\begin{aligned} L_{dz} &= \frac{1}{2\pi f} \operatorname{Im} \left(\frac{V_1 - V_2}{(I_1 - I_2)/2} \right) = \frac{1}{2\pi f} \operatorname{Im} \left(\frac{V_1 - V_2}{I_{1,DM}} \right) \\ &= \frac{1}{2\pi f} \operatorname{Im}(Z_{11} + Z_{22} - Z_{12} - Z_{21}) \end{aligned}$$

PeakView提参自制电感



版图对比

- Predriver的版图对比
- 第二级用自制电感进行对比

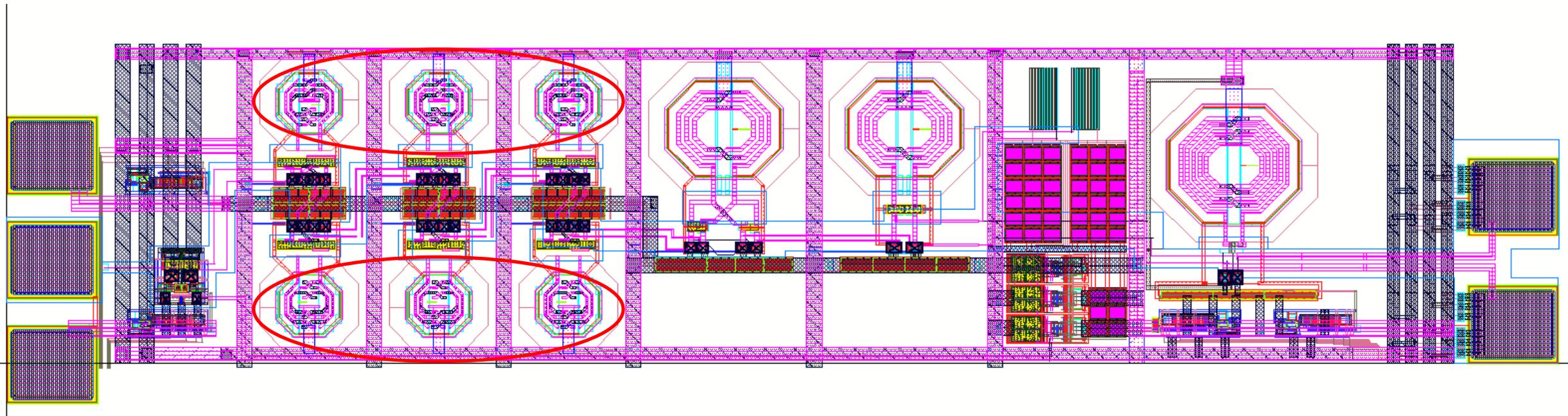


PDK电感版本

自制电感版本

TIA28版图

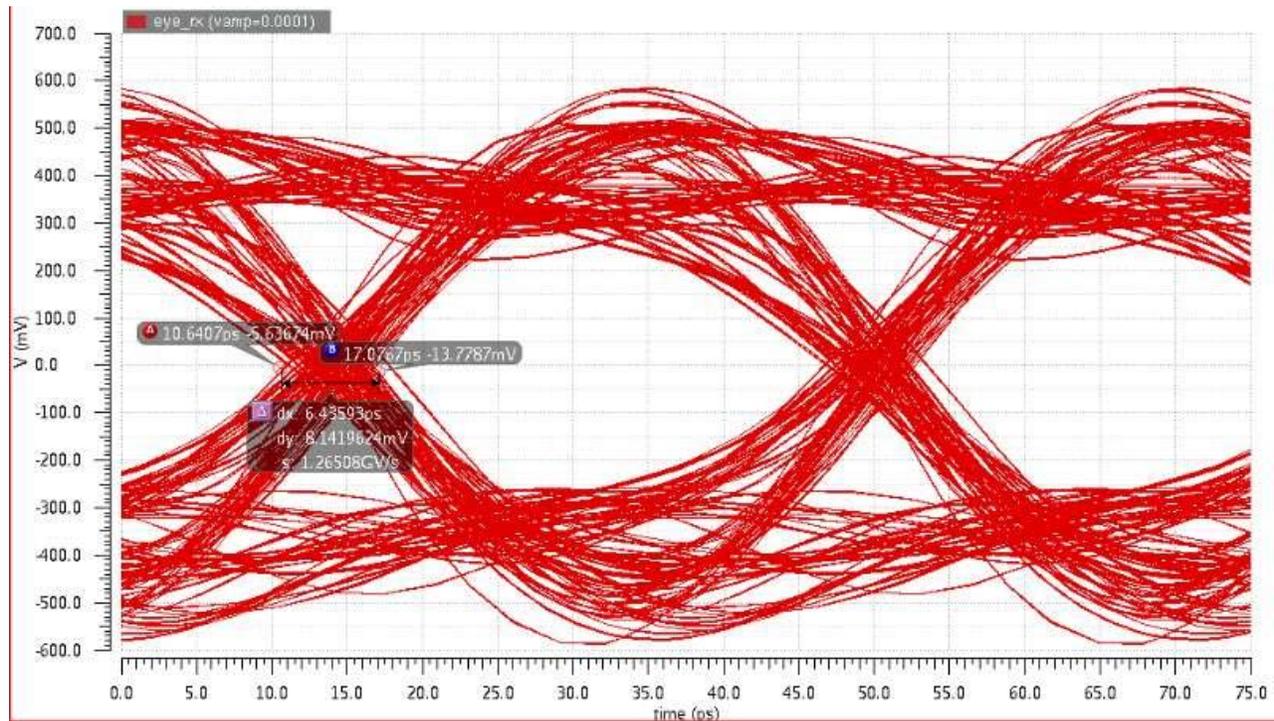
- TIA28: 跨导放大器, 期望工作频率能达到28 Gbps.



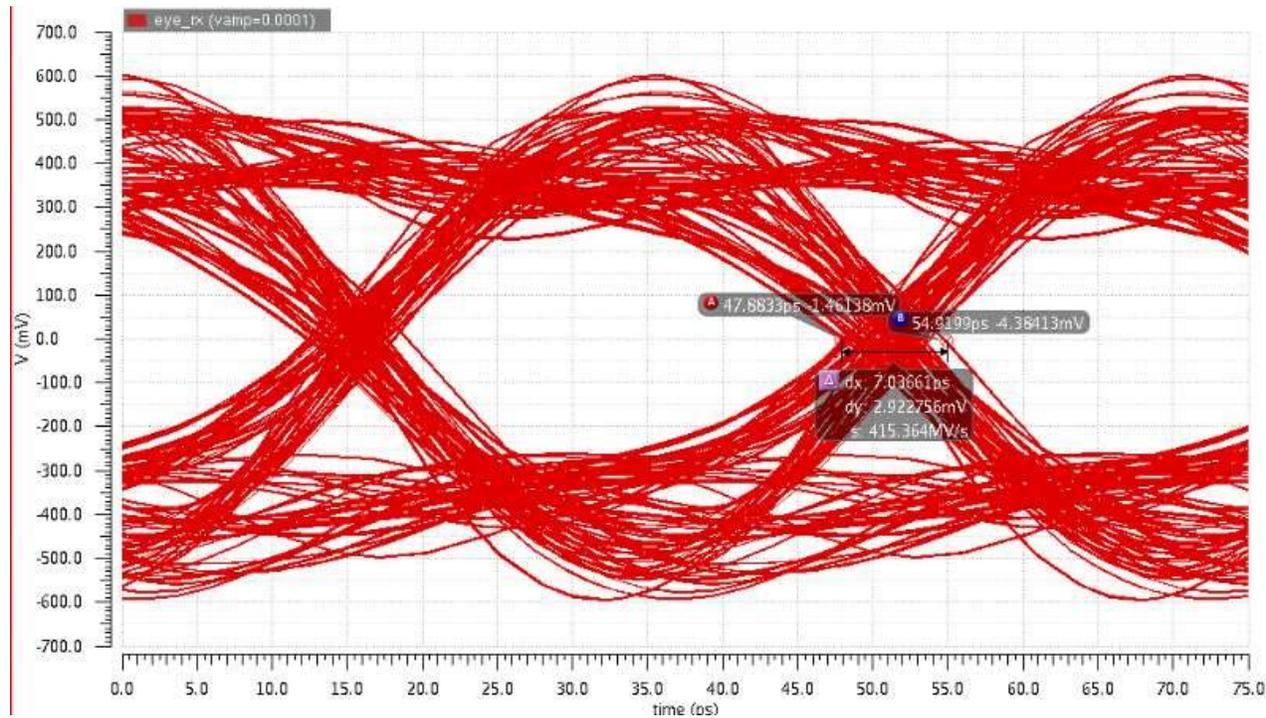
- 前六阶同样的运放串联, 采用自制电感降低面积

仿真结果

- PDK电感:



- 自制电感:



- 从前仿真眼图上来看, 两者基本一样, 自制电感采用更小的面积达到了同样的性能

总结

- 自制电感在保持和PDK电感相同的电容值的同时，面积能够大大缩小，同时也能保证性能。

谢谢!