

線虫ニューロンの 信号伝達特性を模倣した 低消費電力アナログ集積回路

G04MM006

金田知陽

背景

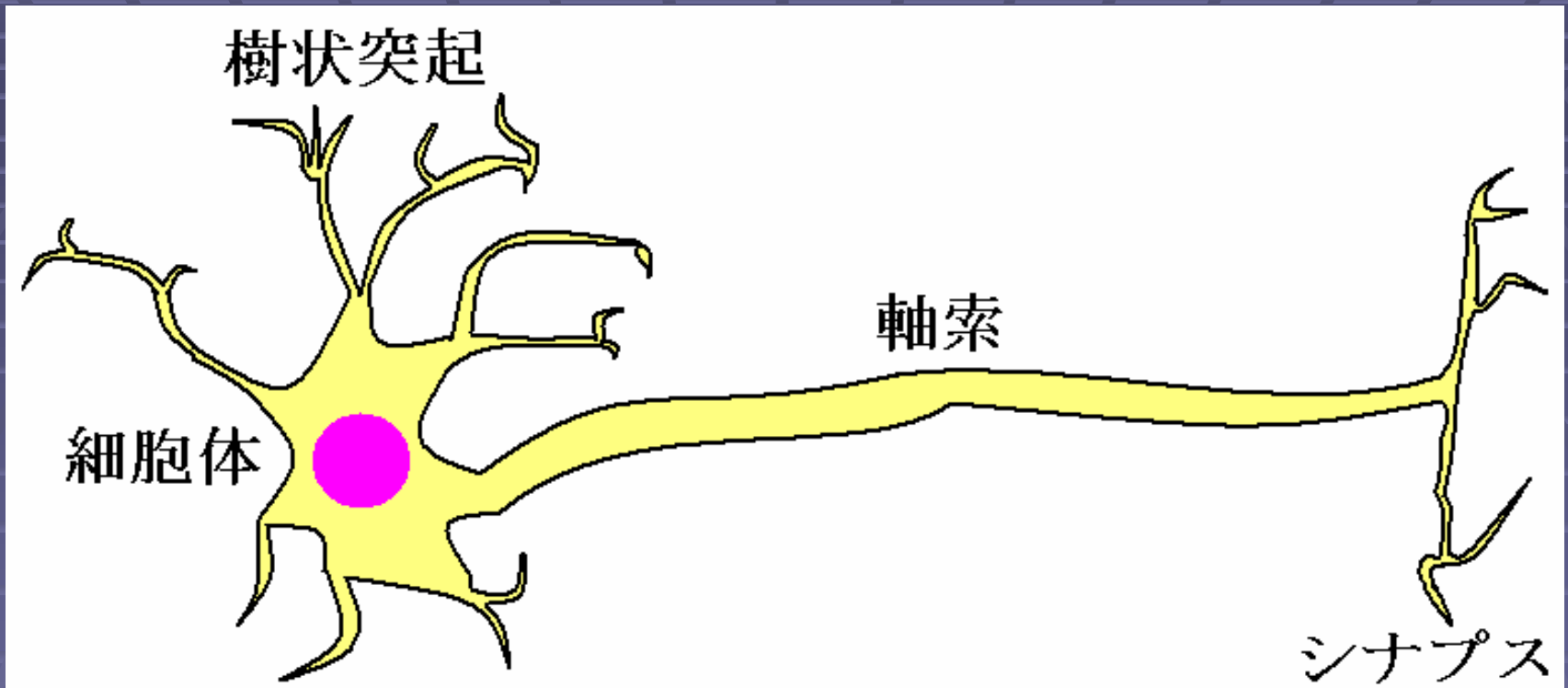
微細加工の物理的な限界



集積回路の新しい可能性の模索

ニューロンが注目される

ニューロンとは？



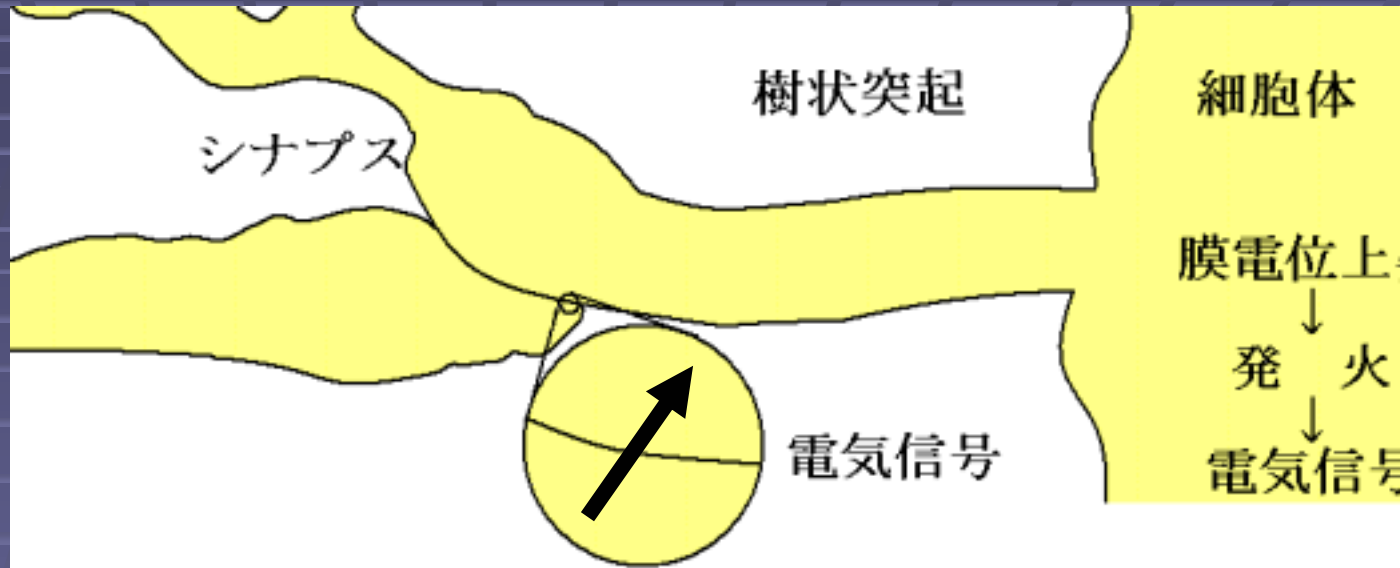
電気信号によって情報伝達を行う細胞
興奮性と抑制性が存在する

G.White, E.Southgate, J.N.Thomson, and S.Brenner

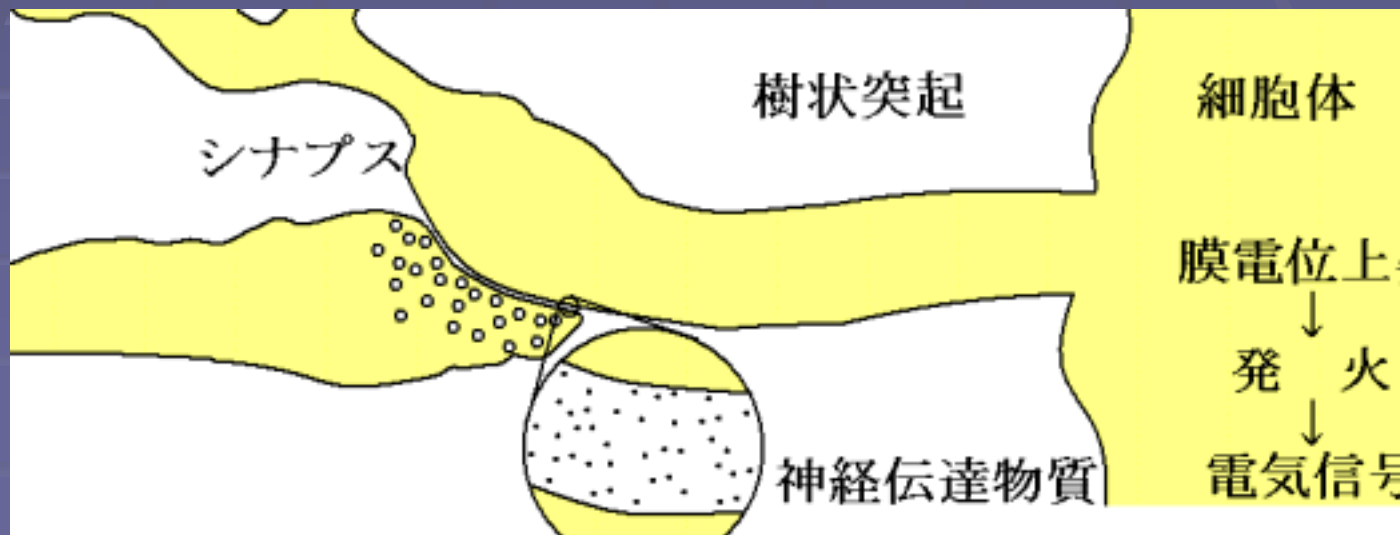
The structure of the nervous system of the nematode *caenorhabditis elegans*

ニューロンの動作

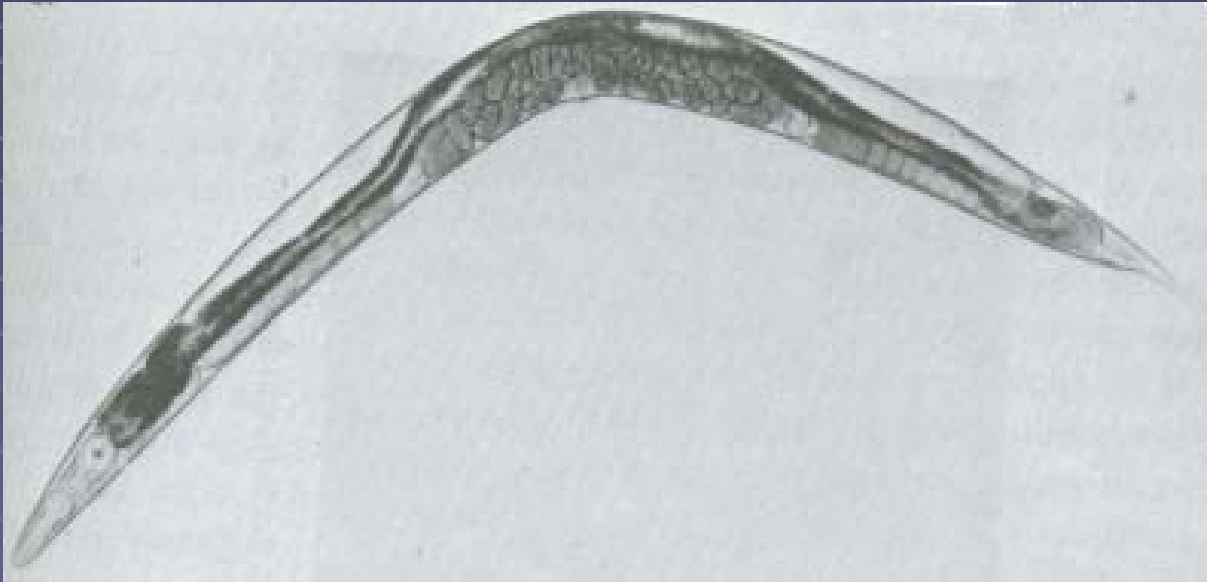
電気シナプス



化学シナプス



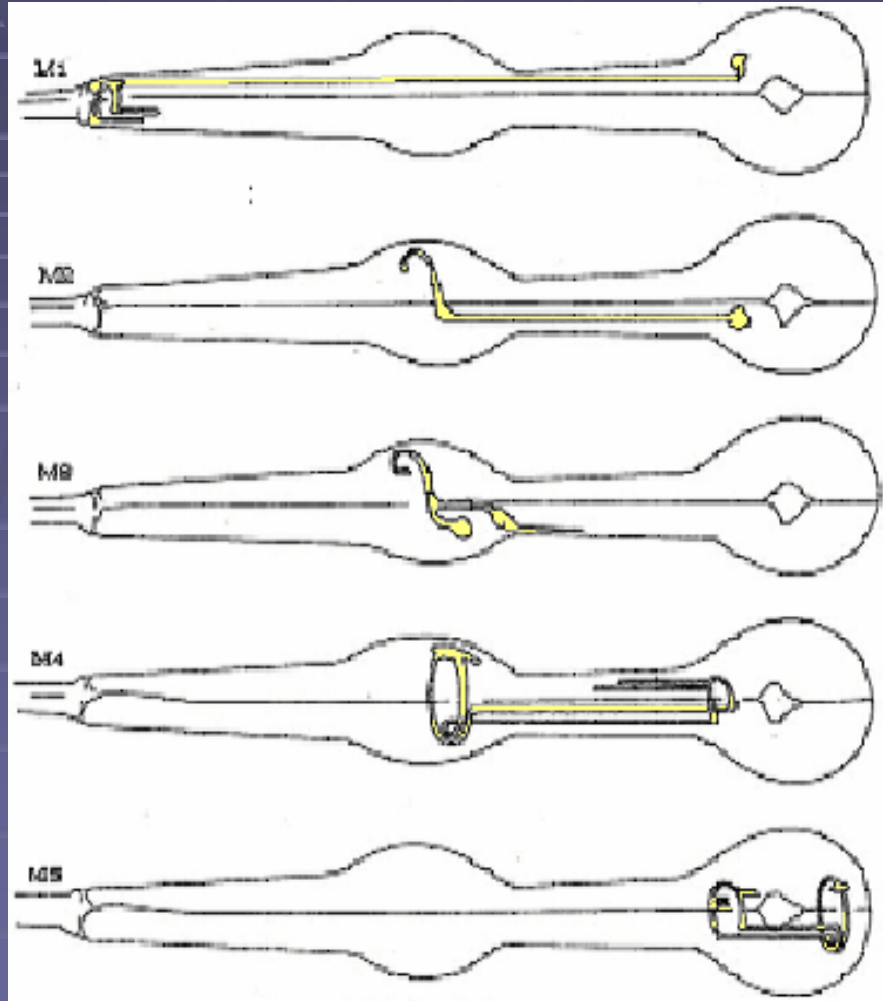
線虫とは？



H.R.Horvitz,"Genetics of Cell Lineage",in
The Nematode *Caenorhabditis elegans*",P163

資料が豊富に存在する

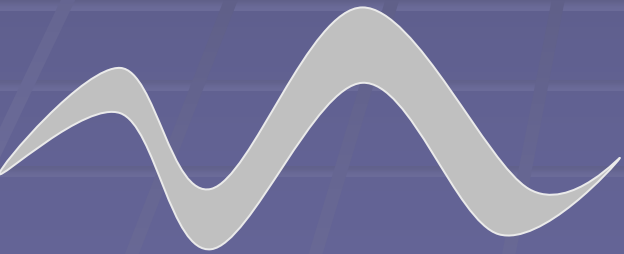
咽頭部のニューロン



G.White, E.Southgate, J.N.Thomson, and S.Brenner

The structure of the nervous system of the nematode *Caenorhabditis elegans*

タッチ反応とは？

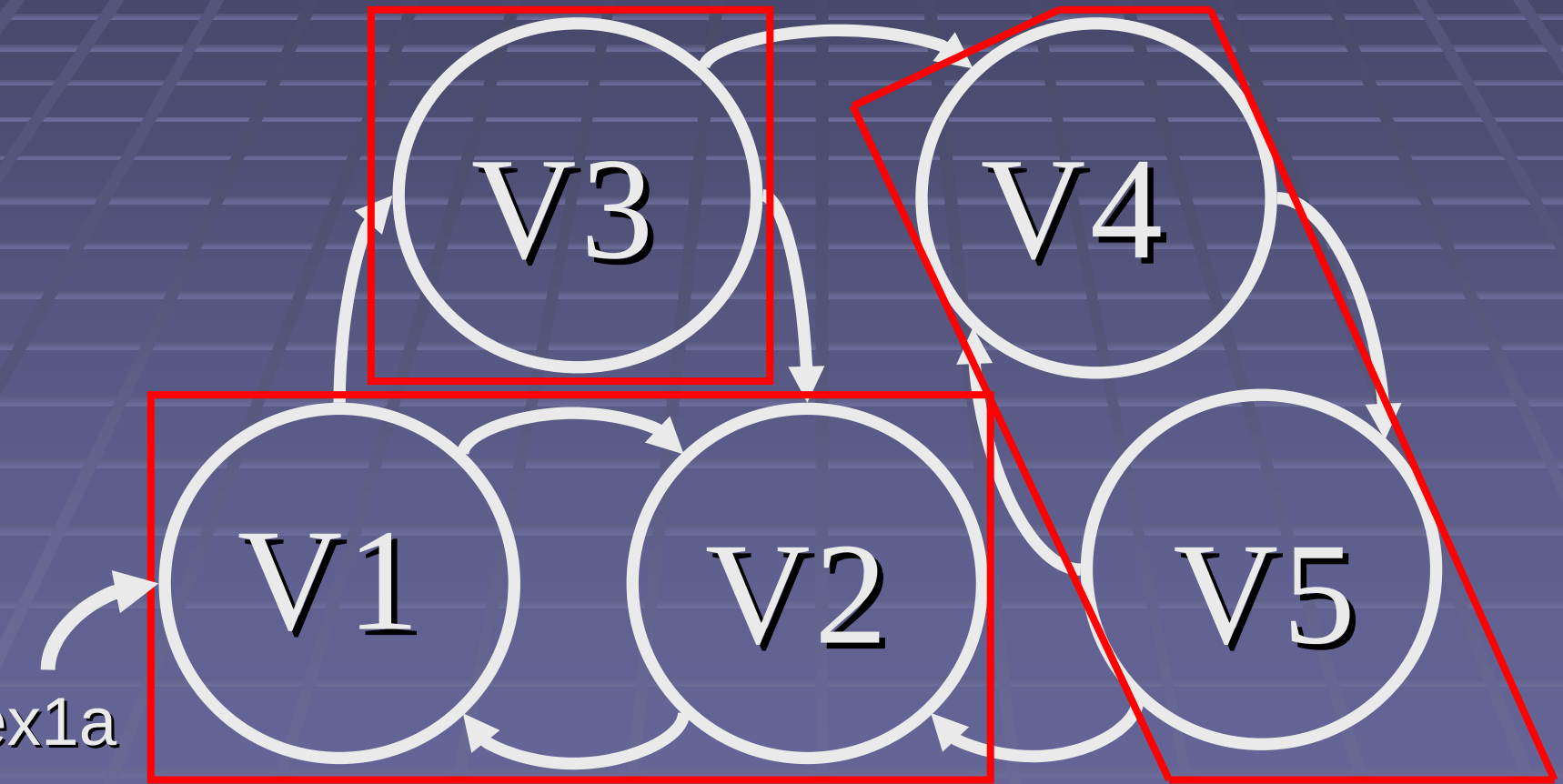


**タッチ反応の
信号伝達特性を模倣**

情報処理デバイスの開発

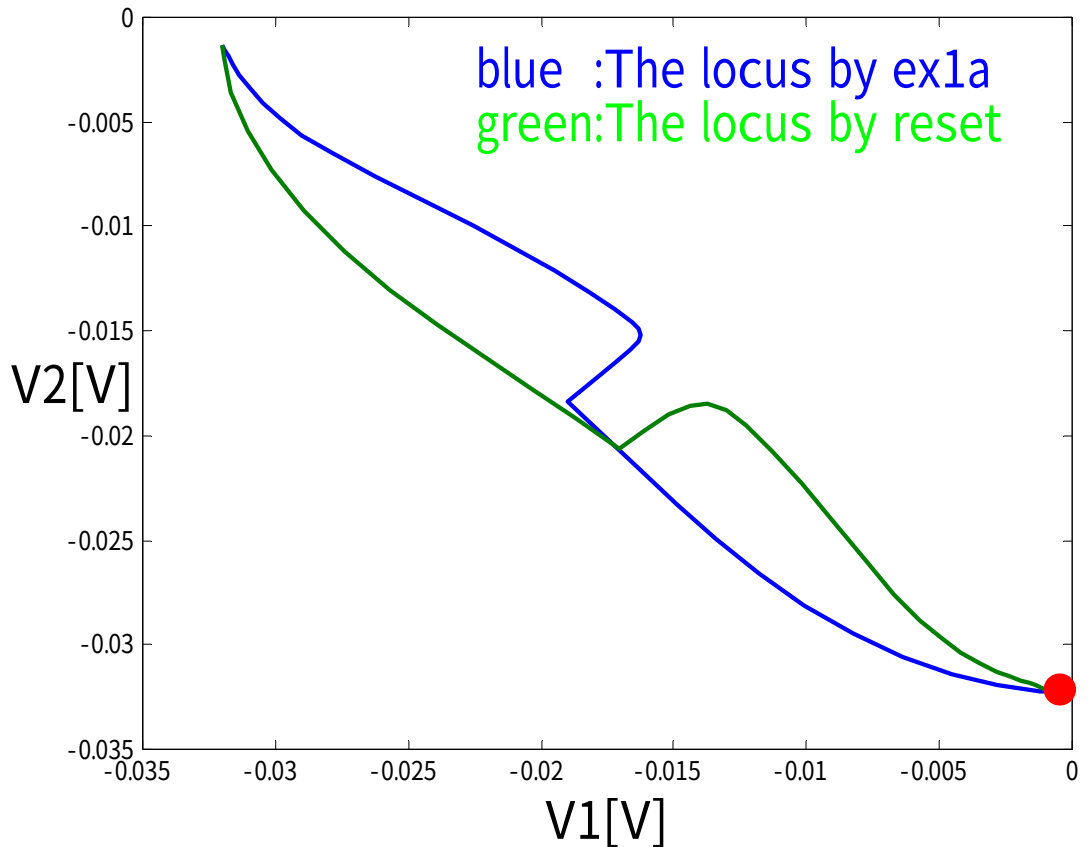
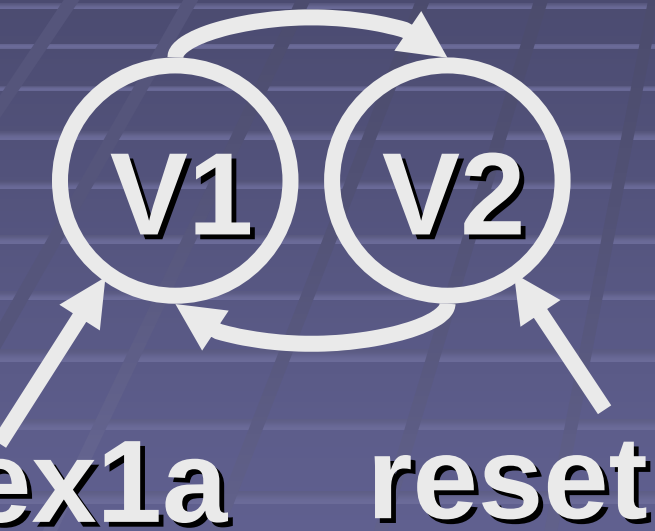
**末梢系における
分散処理システム**

タッチ反応に関する ニューロンのネットワーク

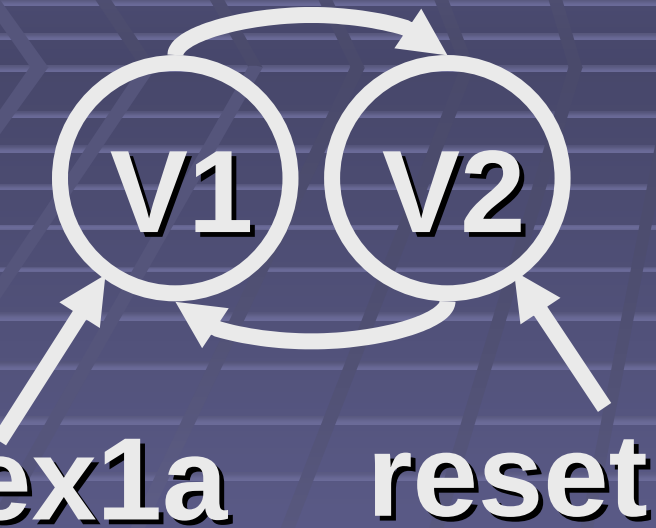


参考: Chris J Roehrig, "Dynamics of the C.elegans Reversal Maintenance Circuit: Engineering a Dynamical System for Control"

前進・後退の切り替え

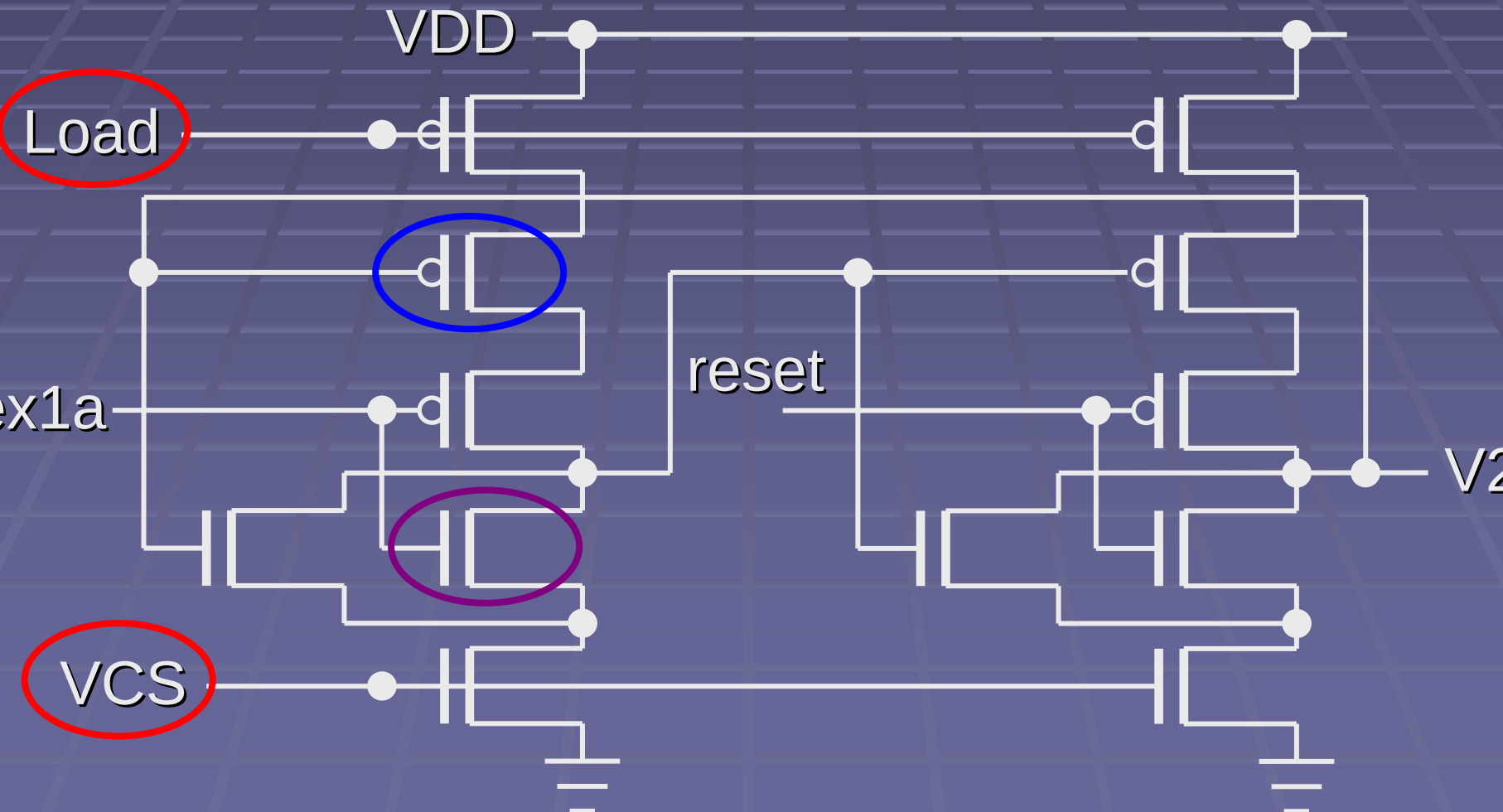


論理ゲートによる実現

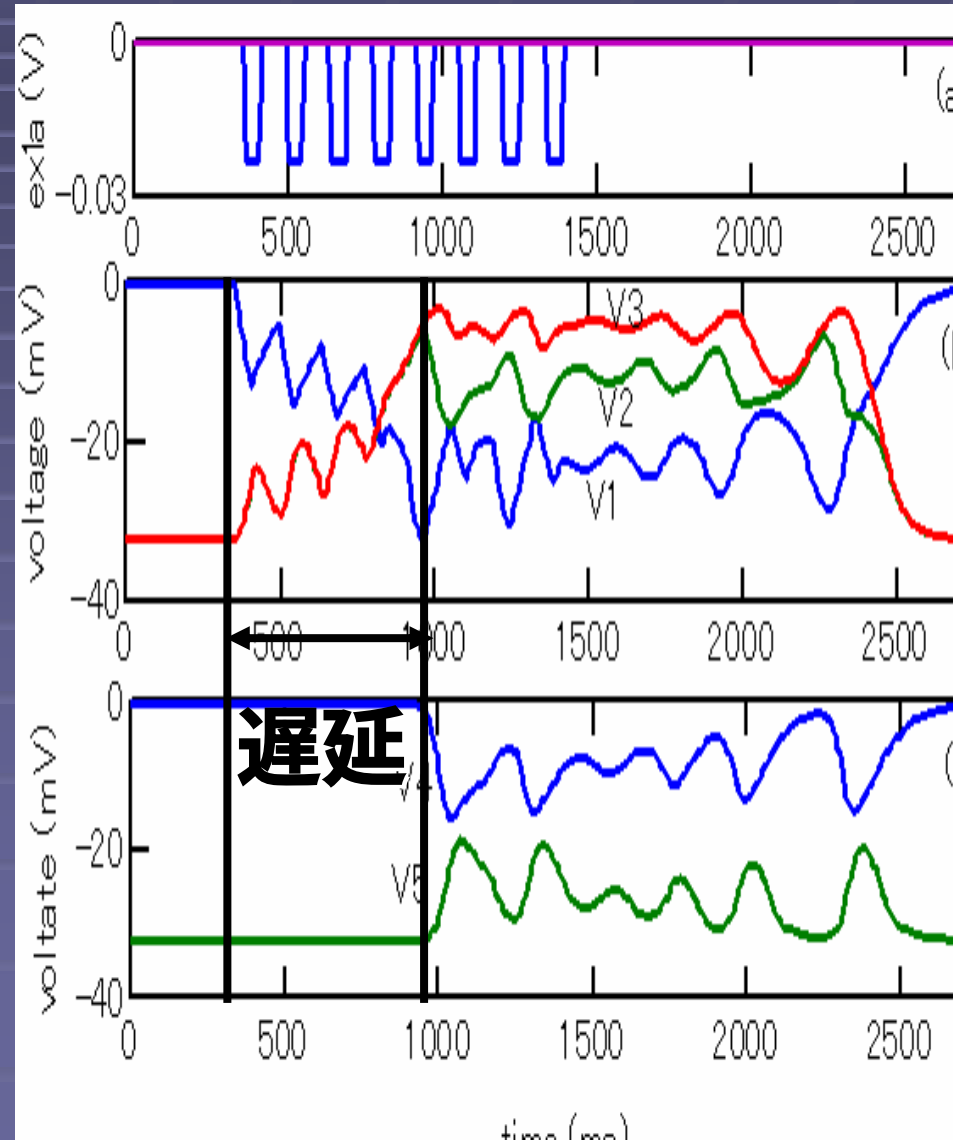
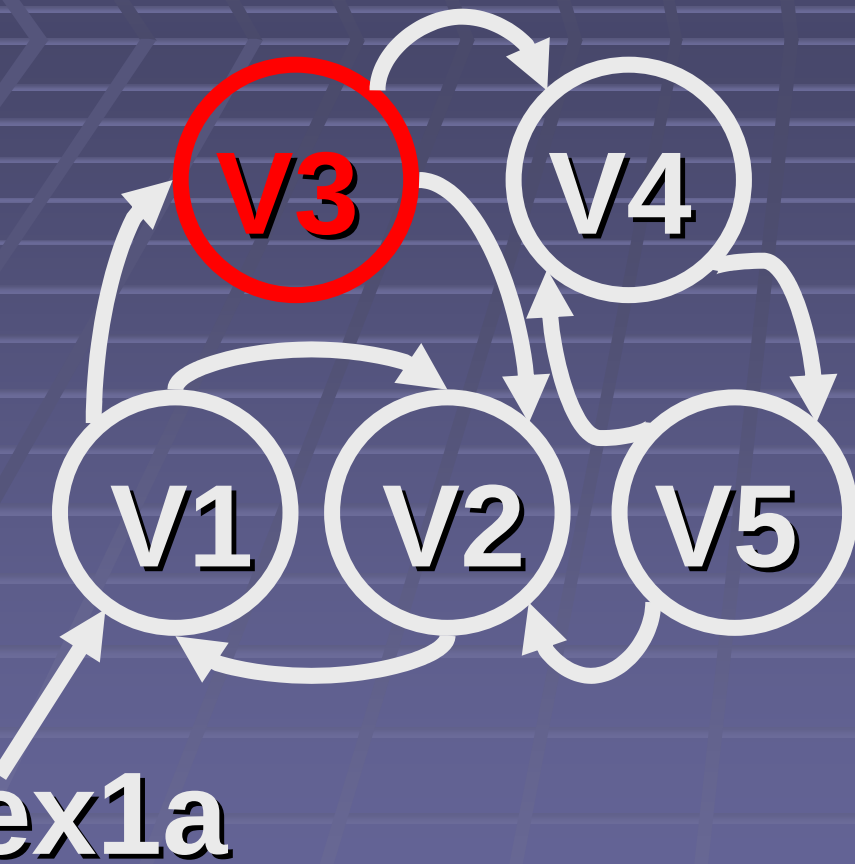


ex1a	reset	V1	V2
low	low	high	low
high	low	low	high
low	high	high	low

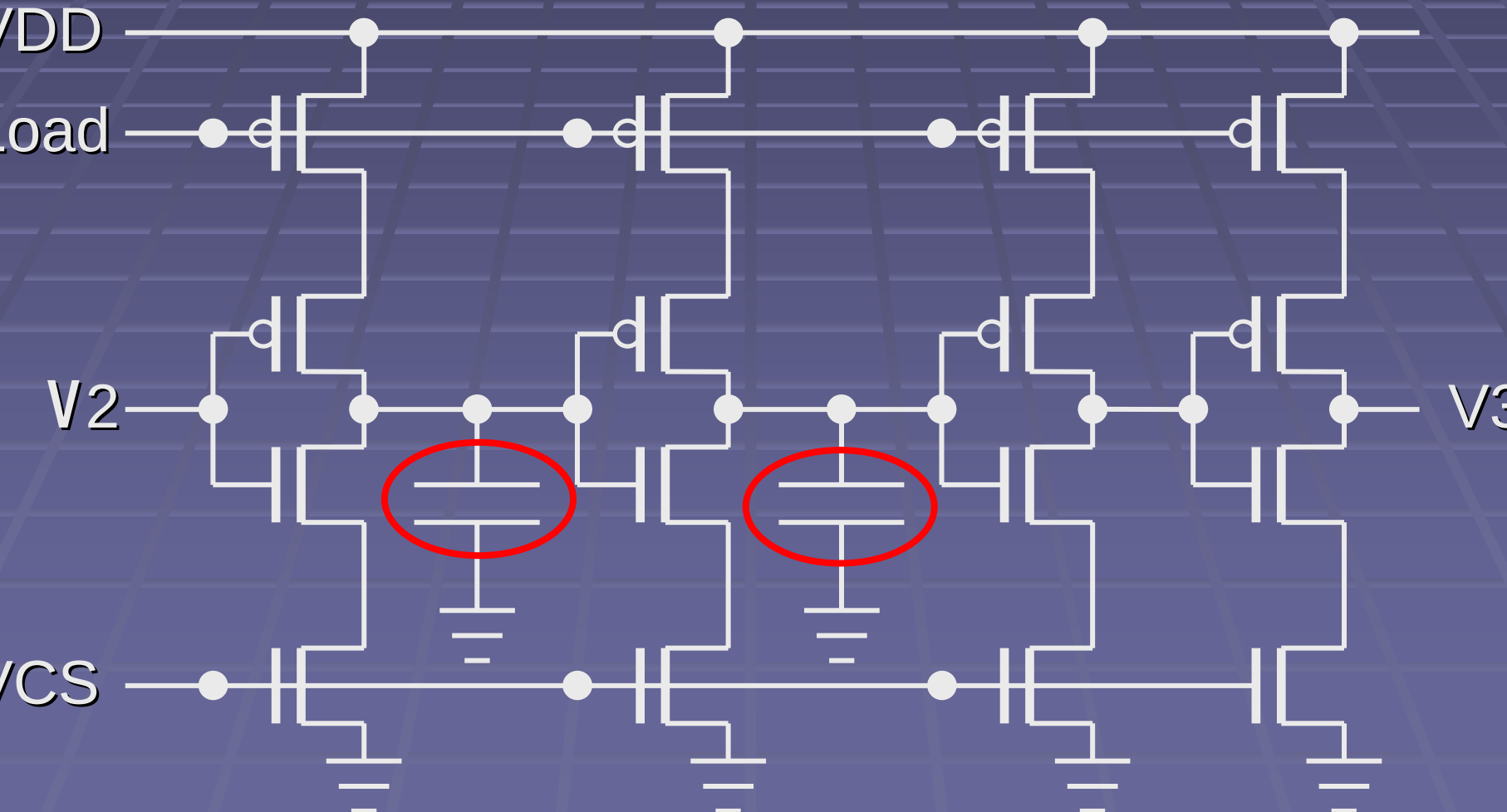
CMOS回路による実現



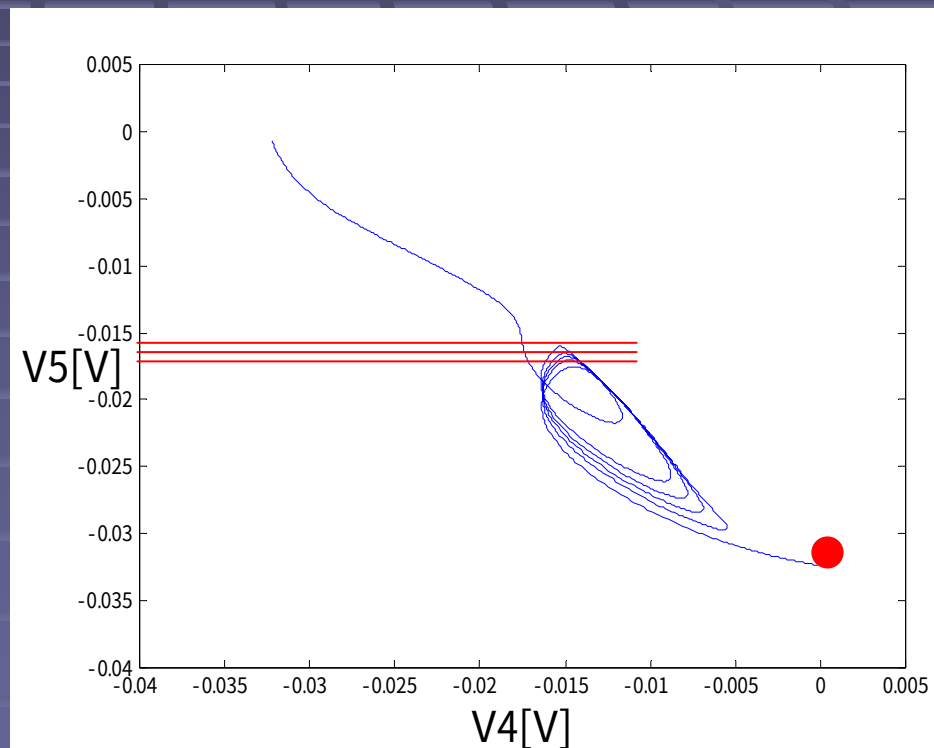
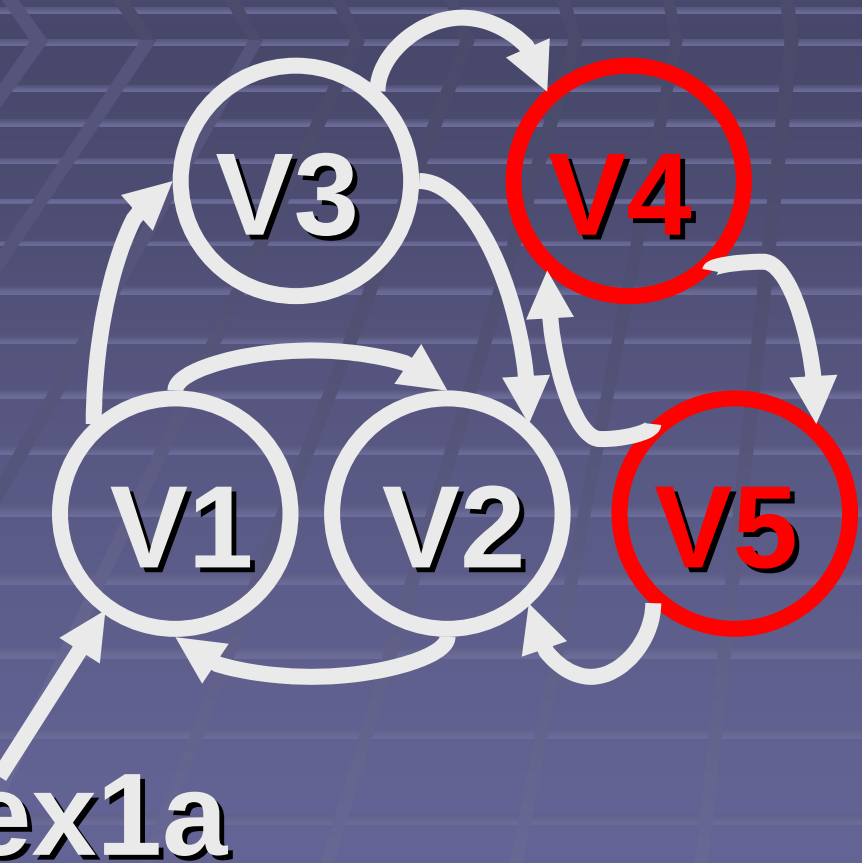
V3による遅延機能



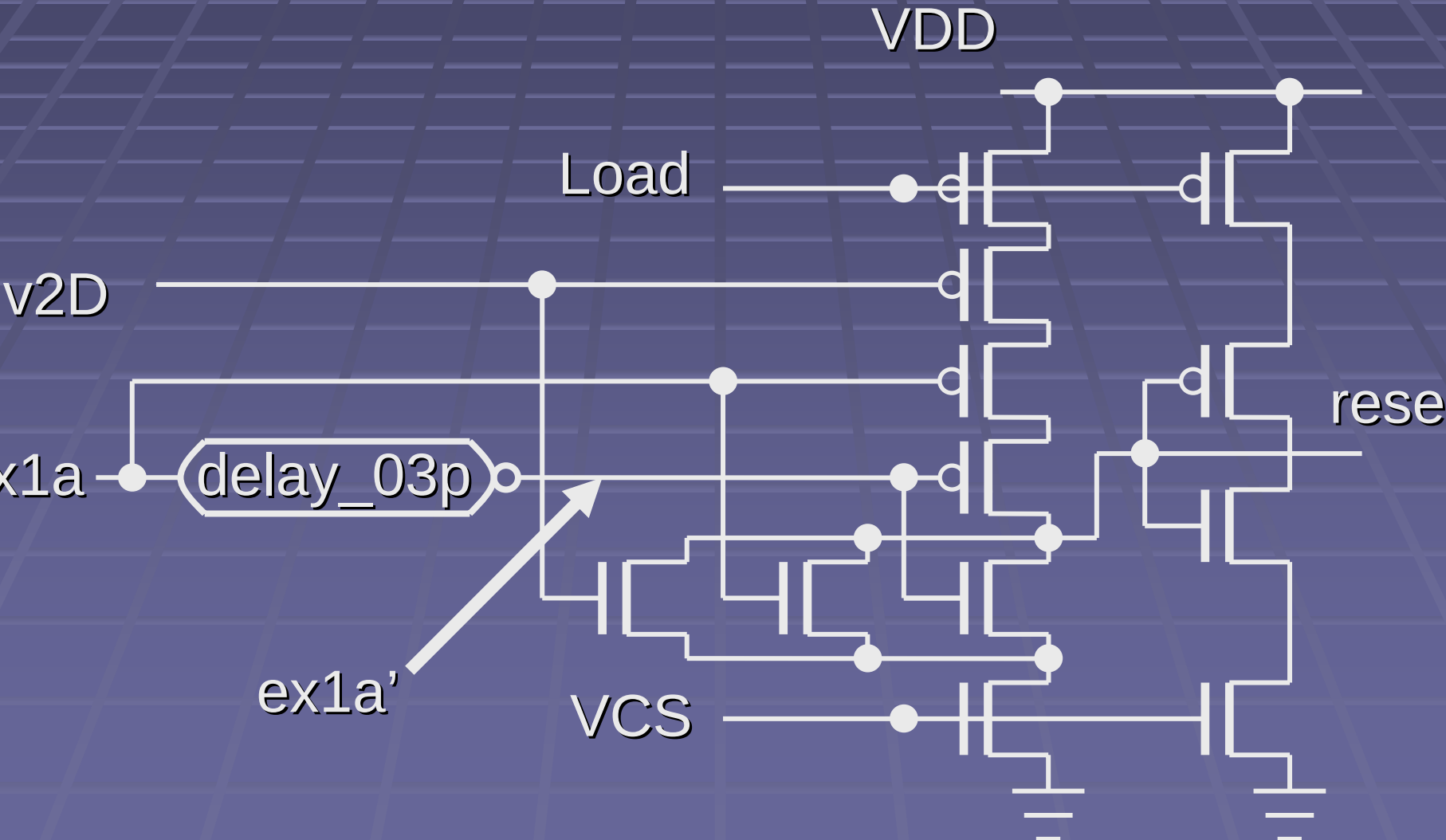
電流制限機能付の遅延回路



刺激の持続判定

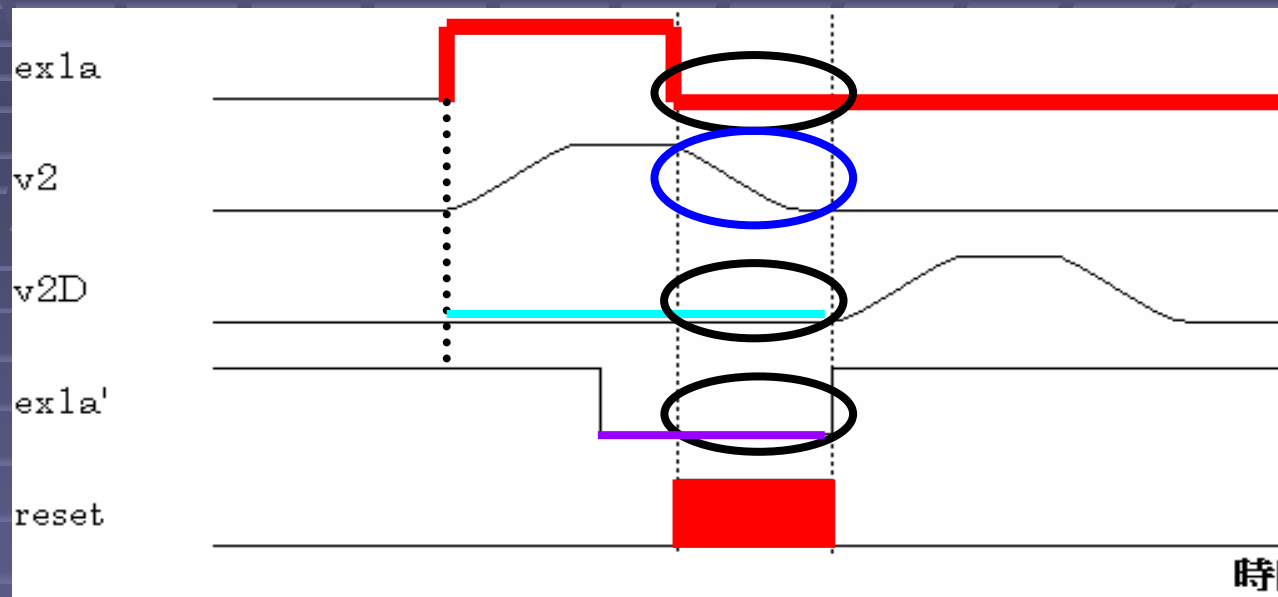


リセットパルス発生器

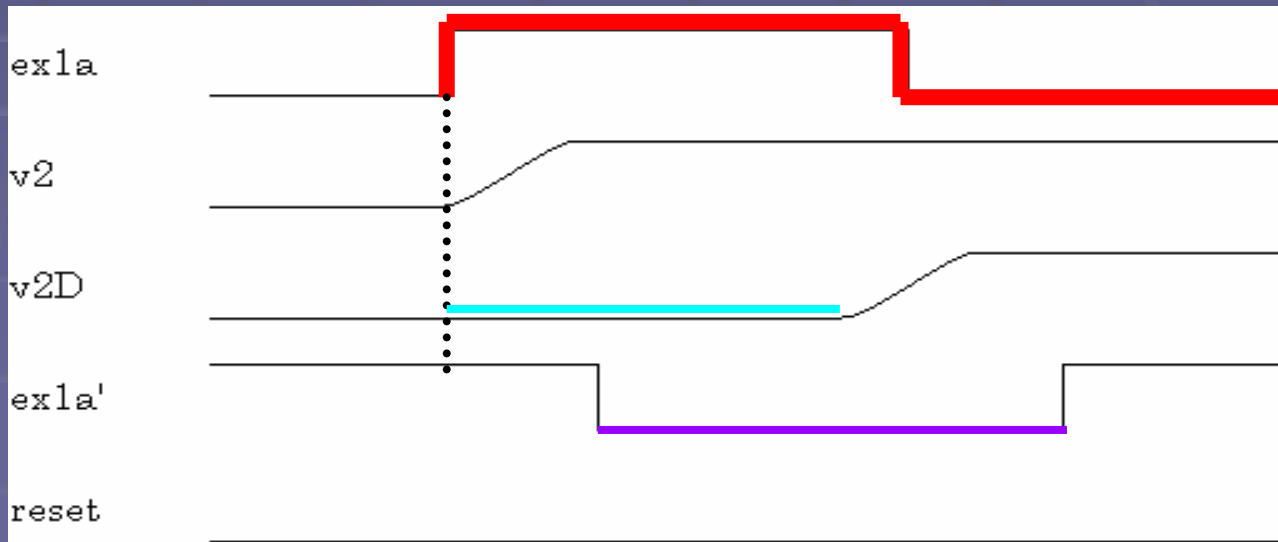


reset信号発生 of 仕組み

ex1aの持続時間が
短い場合

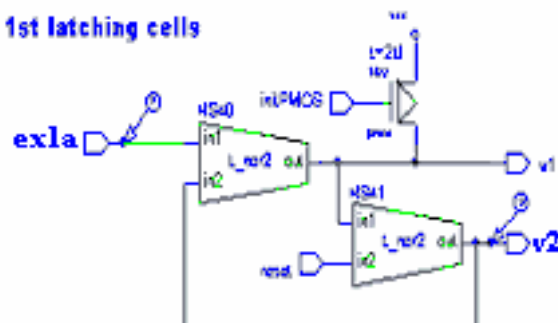


ex1aの持続時間が
長い場合

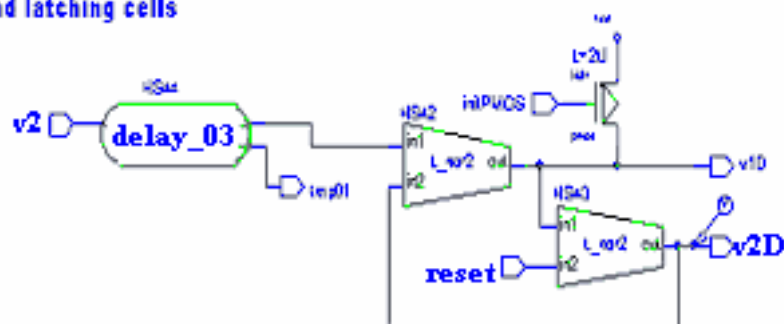


回路ブロック図

1st latching cells



2nd latching cells

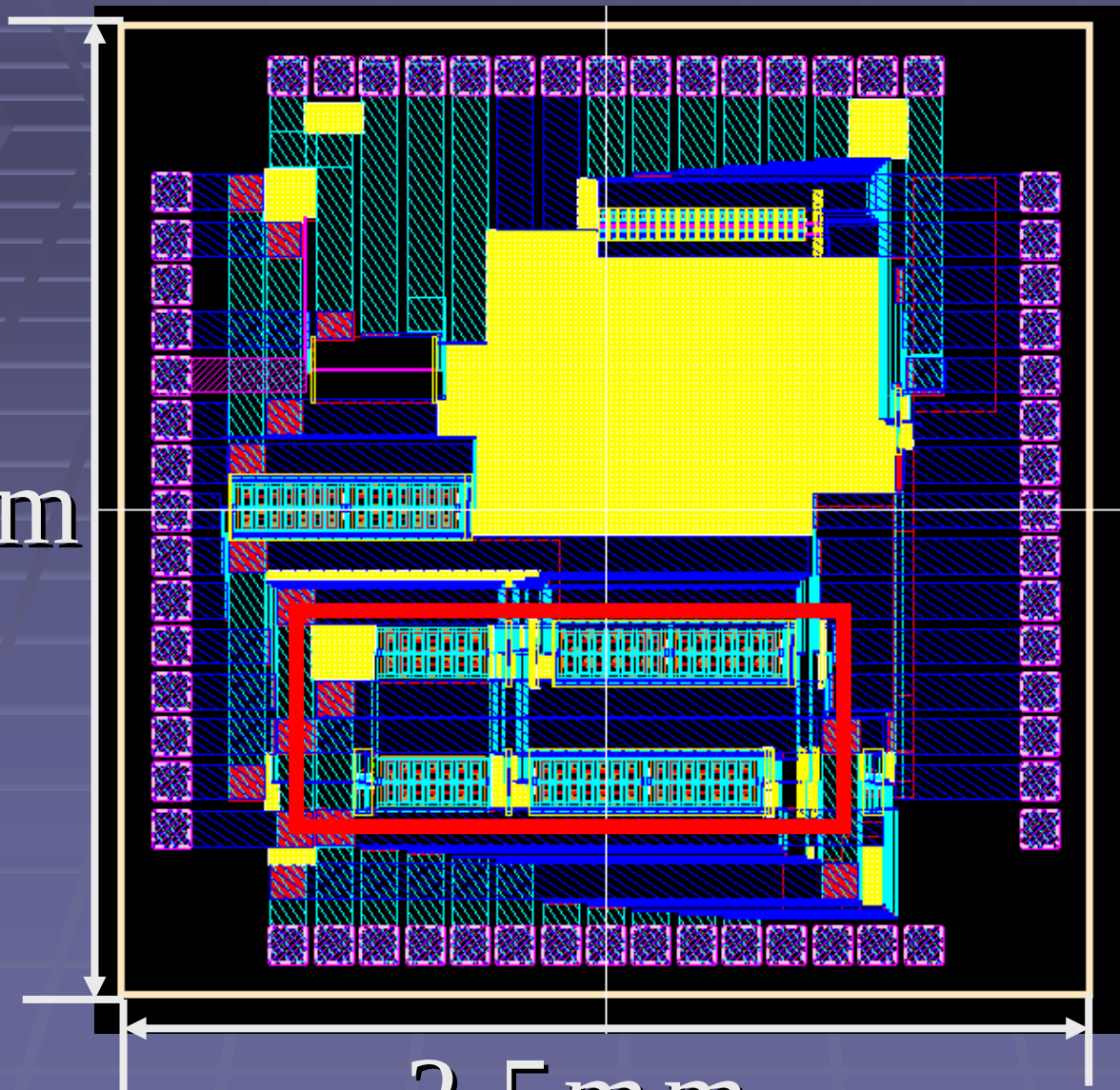


reset pulse generator



試作チップの全レイアウト

2.5mm

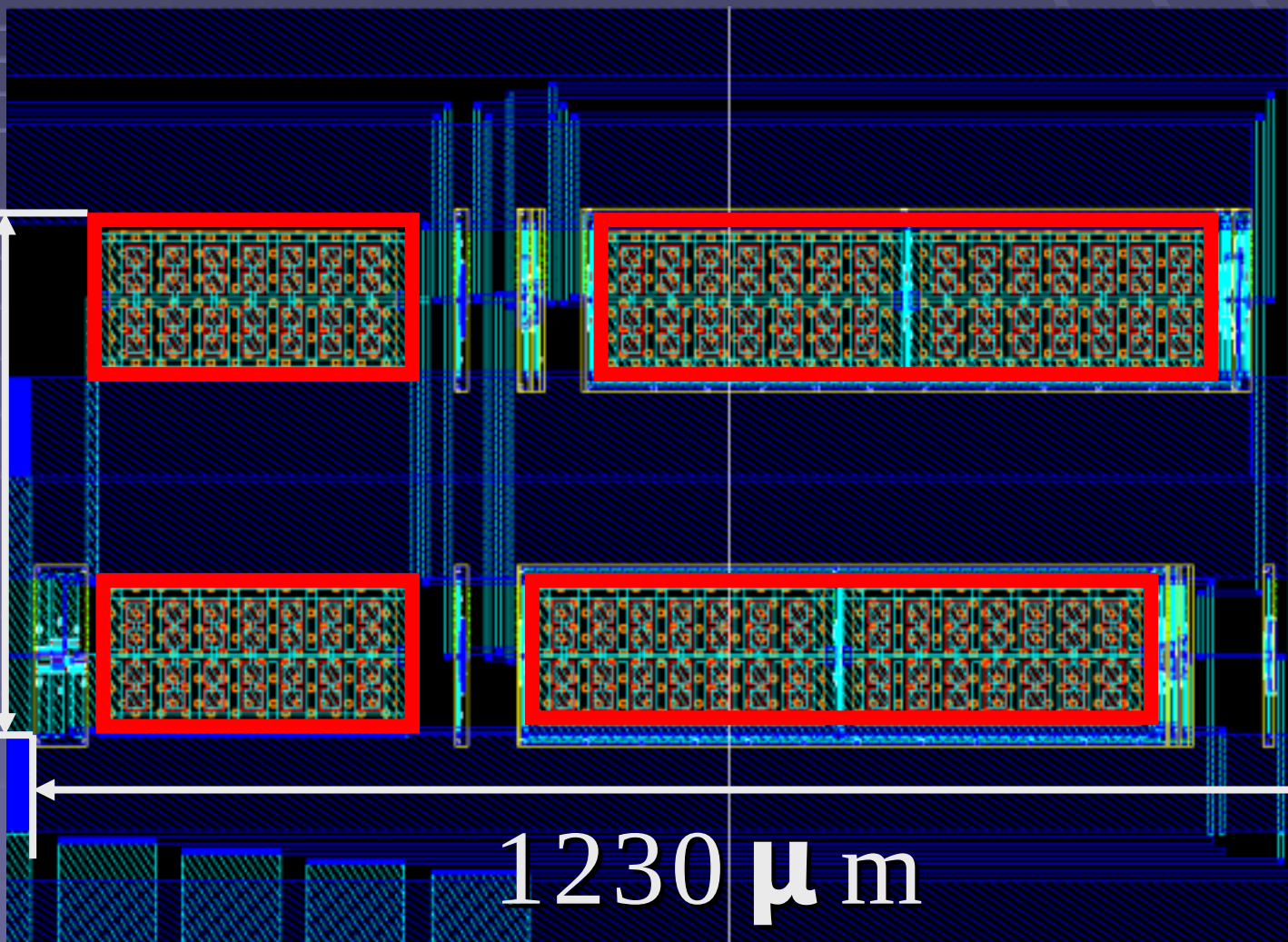


2.5mm

レイアウト

570 μm

1230 μm



結論

- 線虫ニューロンを信号伝達特性を模倣した低消費電力アナログ集積回路を実現した。
- 末梢系における分散処理システムとして利用可能である。