

# 基準電流源生成用 永田穰 電流ミラー回路

発表者: 平野 繭 研究代表者: 小林 春夫 (群馬大学)

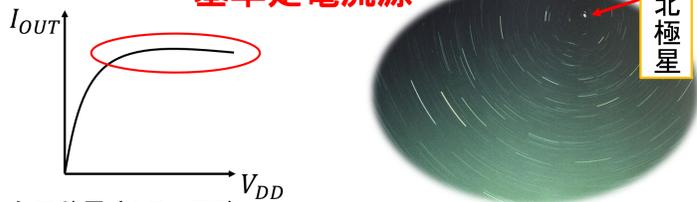


## 研究背景・目的

### 背景・目的

基準電流源がアナログICに一つ必要

電源電圧, 温度変動に依存が少ない  
基準電流源



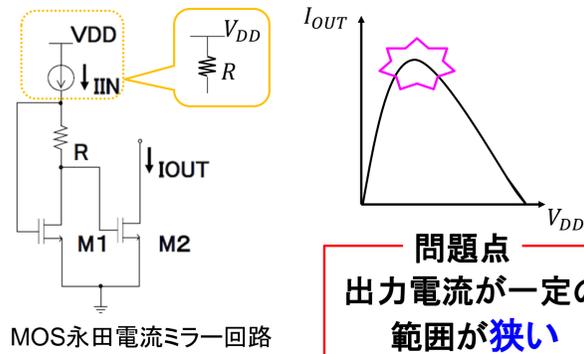
永田穰電流ミラー回路  
特許出願1966年

周りの環境の変化に影響されない!!

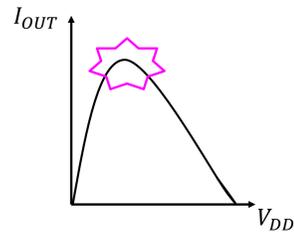
永田穰電流ミラー回路をベース  
簡単な構成 適度な精度  
電源電圧変動 → 一定電流を出力

## 従来の回路

### 永田穰電流ミラー回路



MOS永田電流ミラー回路



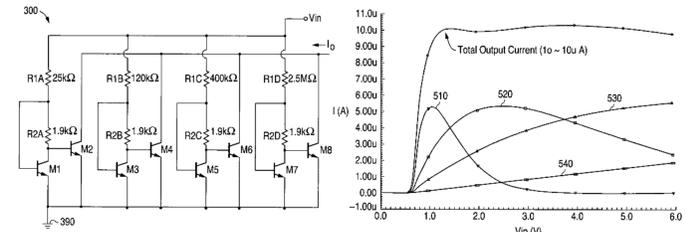
問題点  
出力電流が一定の範囲が狭い

出力電流がピークを持つ



電源電圧変動に対し一定出力電流

### 従来の回路案



US Patent  
公告番号 US7436242 B1 公開日 2008年10月14日  
発明者 Zachary Zehner Nosker

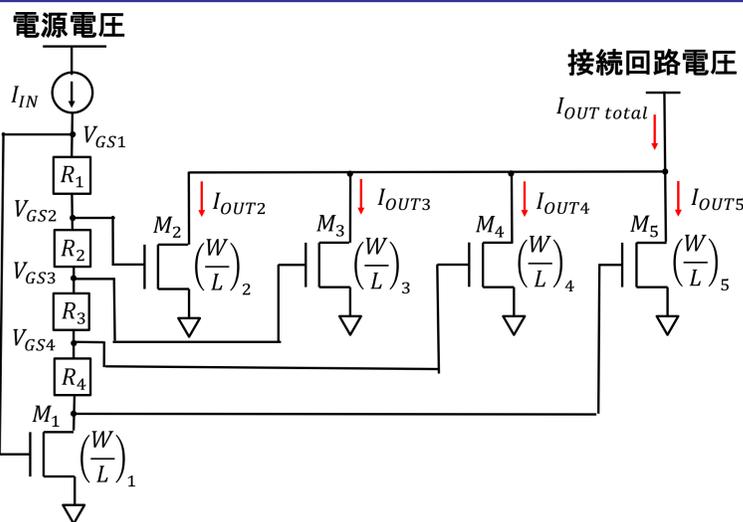
問題点  
抵抗を並列接続  
回路面積が大



発明者のZachは  
小林研究室OB.  
群馬大に来る前の  
ナショセミでの仕事

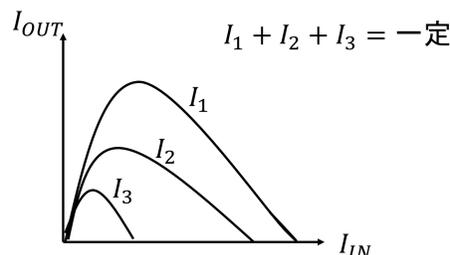
## MOS提案回路

### 提案回路

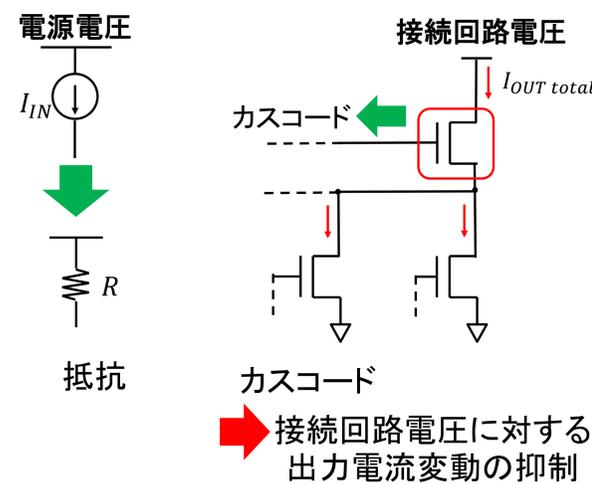


- 複数の永田穰電流ミラー回路を使用
- チャンネル幅Wとチャンネル長Lの選択
- 抵抗Rを変えることでゲート電圧を変化

異なるピークを持つ



### 提案回路の変更

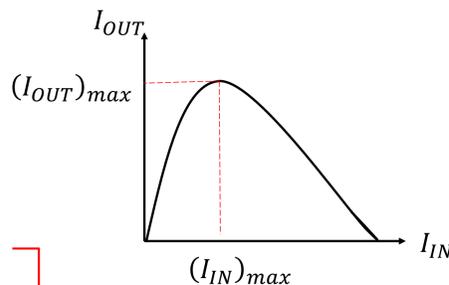


カスコード  
→ 接続回路電圧に対する出力電流変動の抑制

## 理論解析

ピークの位置  $(I_{IN})_{max}$

$$\frac{1}{4R_{n-1}^2 K_1 (1 + \lambda V_{DS1})}$$



RやW(L)を変化

ピークの位置・出力電流の大きさが変化

ピークでの出力電流  $(I_{OUT})_{max}$

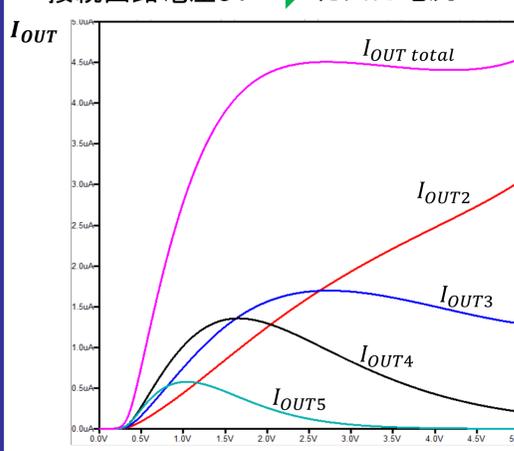
$$\frac{K_n}{4K_1} \cdot \frac{1}{4R_{n-1}^2 K_1 (1 + \lambda V_{DS1})} (1 + \lambda V_{DSn})$$

$$= \frac{(W/L)_n}{4(W/L)_1} \cdot (1 + \lambda V_{DSn}) (I_{IN})_{max}$$

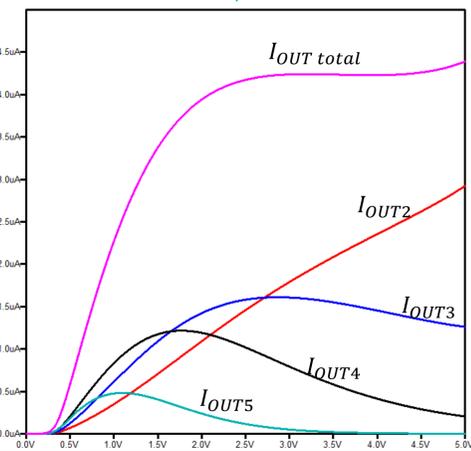
## SPICEシミュレーション検証

接続回路電圧3V → 総出力電流 4.4μA

接続回路電圧2V → 総出力電流 4.2μA



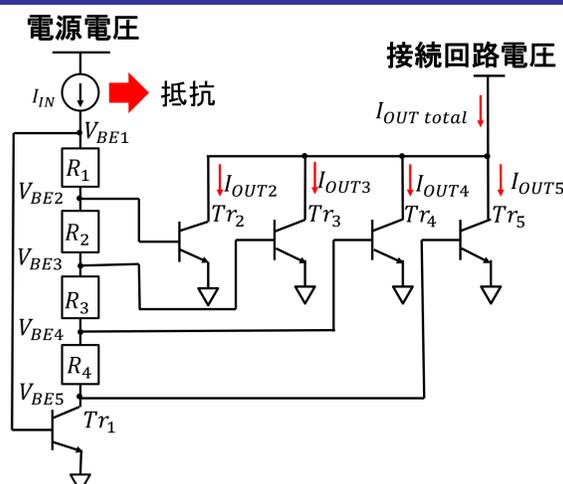
(横軸1メモリ0.5V 縦軸1メモリ0.5uA)



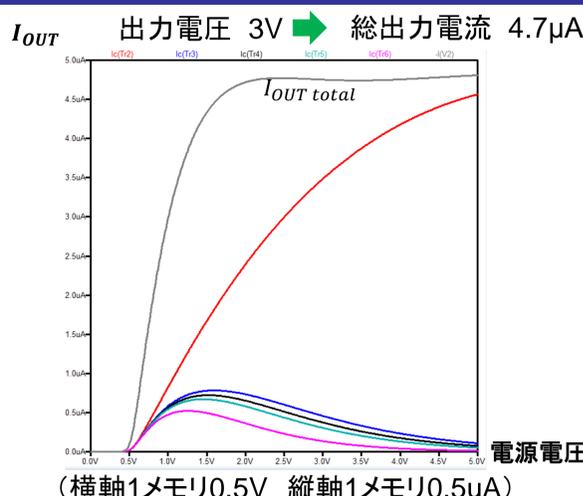
電源電圧

## バイポーラトランジスタにも適用

### 提案回路



### シミュレーション結果



(横軸1メモリ0.5V 縦軸1メモリ0.5uA)

## 結論

回路	回路構成	電流一定範囲	温度
永田穰電流ミラー回路	◎	△	
Zachの回路	△	◎	
バンドギャップリファレンス回路	×	○	◎
提案回路	○	◎	

トランジスタ数個の基本回路を  
まだまだ生み出せる!!

アナログは  
「尽きぬ鉱脈」