

2013年1月29日

電子情報通信学会 回路とシステム研究会 大分

擬似 $\Delta\Sigma$ 変調 単インダクタ2出力 SIDO降圧型スイッチング電源

小堀康功, 李慕容, 吳澍, 趙峰,

○権力, Shaiful Nizam Mohyar (群馬大学)

小田口貴宏, 中西功, 上田公大 (AKMテクノロジー)

松田 順一 (旭化成パワーデバイス)

高井伸和, 小林春夫 (群馬大学)

アウトライン

- 研究背景
- 提案降圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- 提案昇圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- 降圧型SIDO電源の実装結果
- まとめ

アウトライン

➤ 研究背景

➤ 提案降圧型SIDO電源

- 電源構成と基本動作
- シミュレーション結果

➤ 提案昇圧型SIDO電源

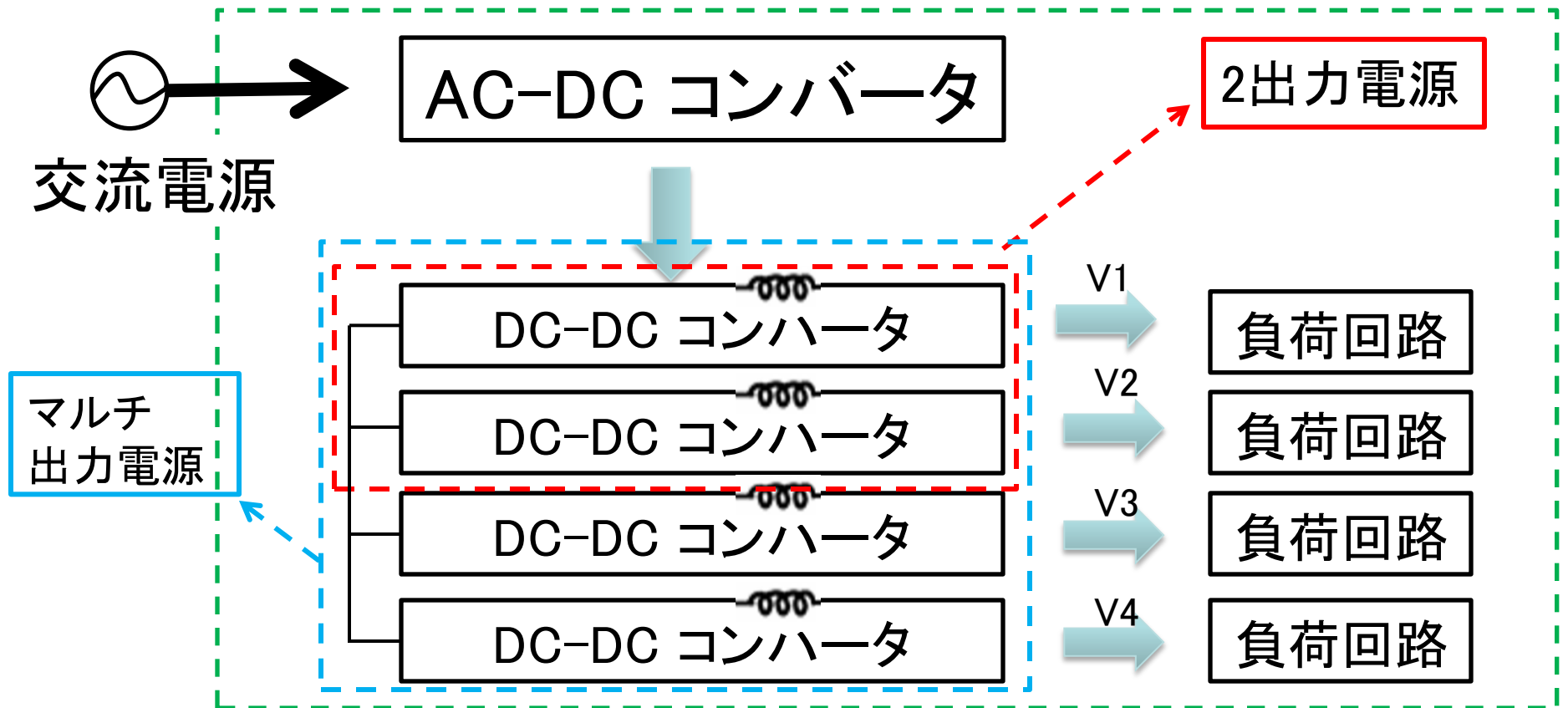
- 電源構成と基本動作
- シミュレーション結果

➤ 降圧型SIDO電源の実装結果

➤ まとめ

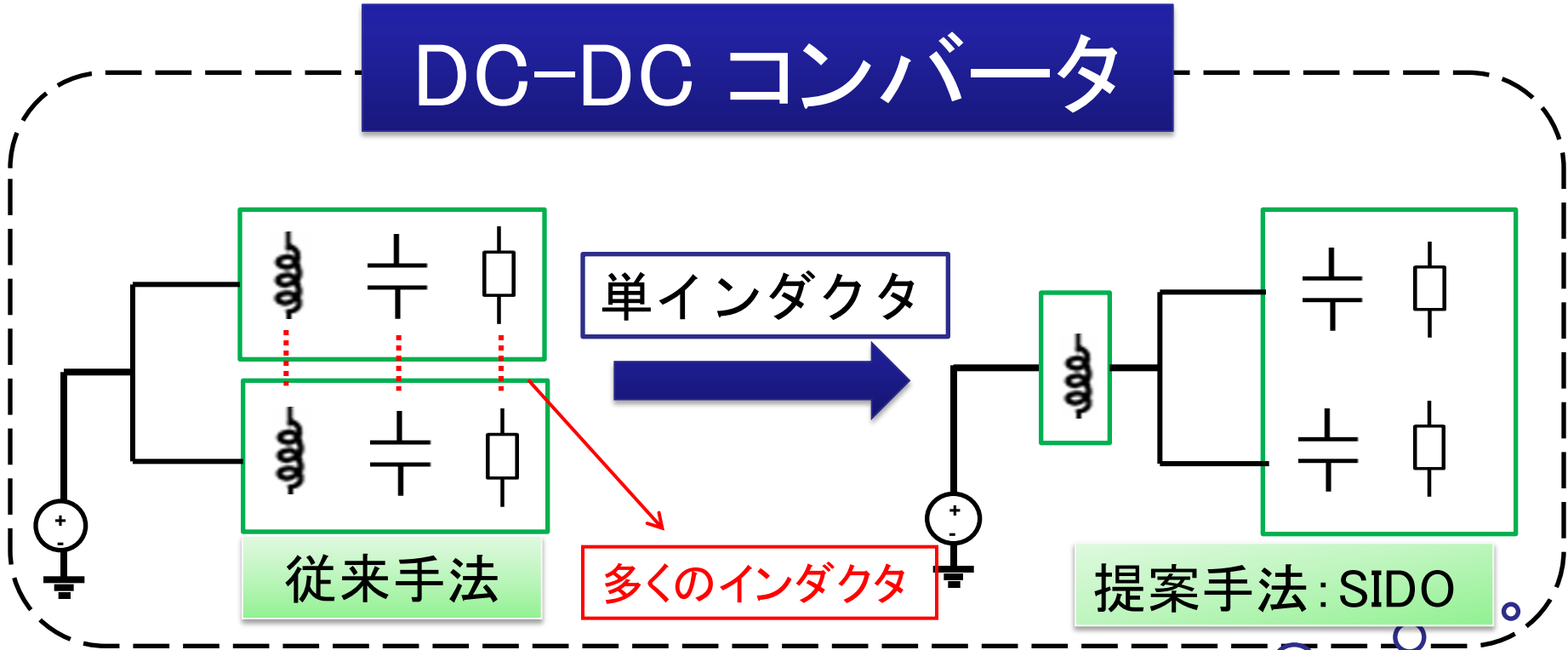
研究背景

携帯、大型機械はDC マルチ出力電源



研究背景

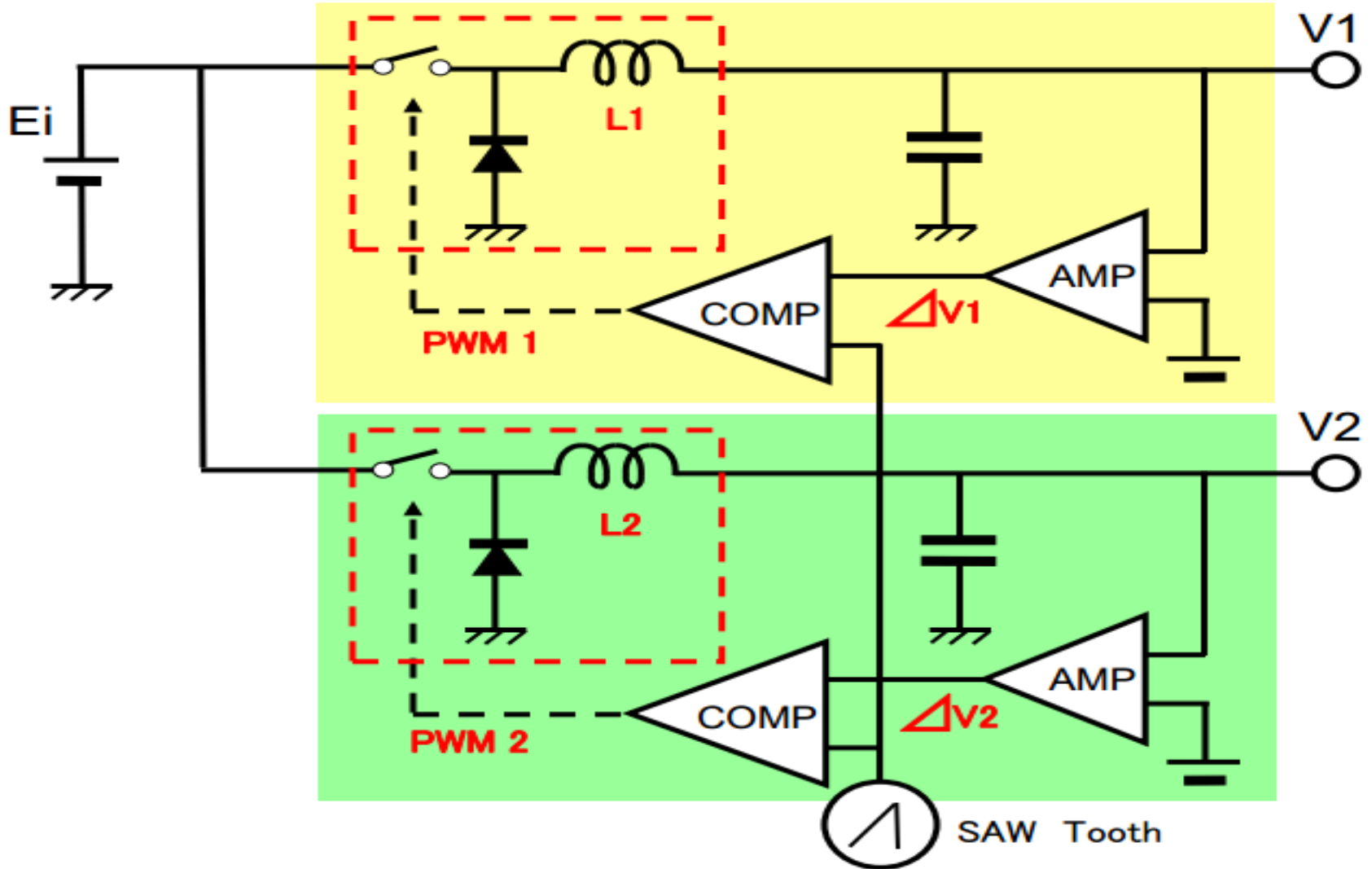
DC-DC コンバータ



SIDO: 単入力 2出力

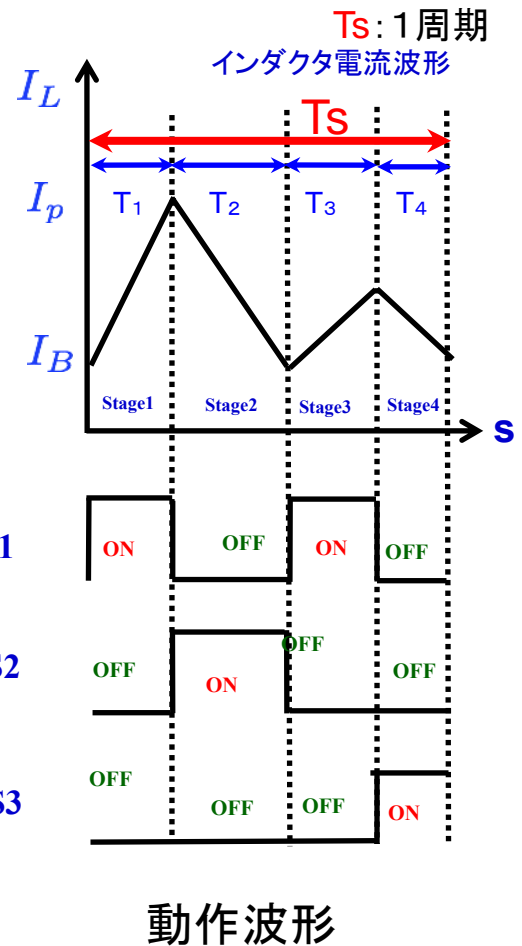
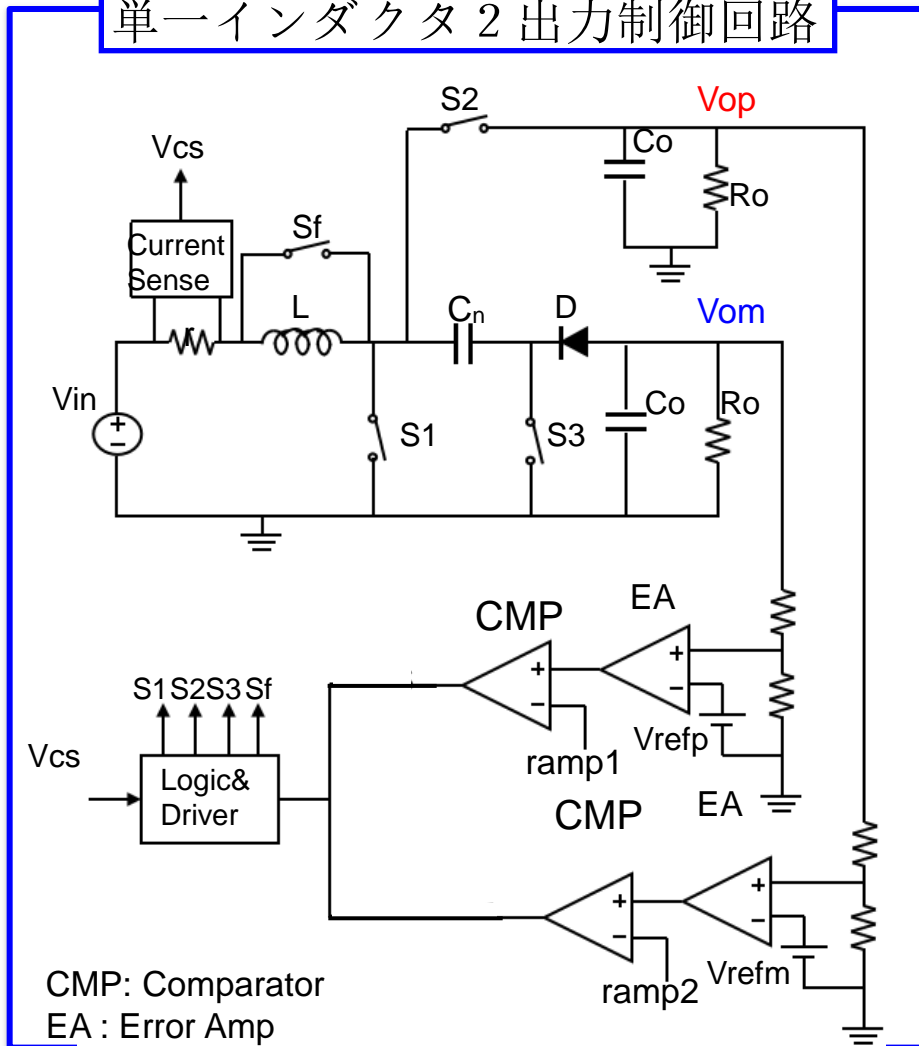
Single Inductor Dual Output

従来構成



従来のSIDO構成

単一インダクタ 2 出力制御回路



研究目的

- 単インダクタ2出力DC-DCコンバータ(SIDO)
- シンプルで低コストの制御法を提案
 - 電流センサ使用せず
 - いくつかの追加コンポーネントだけ
 - 1周期、選択された出力にのみ電流供給 (CH1/CH2)



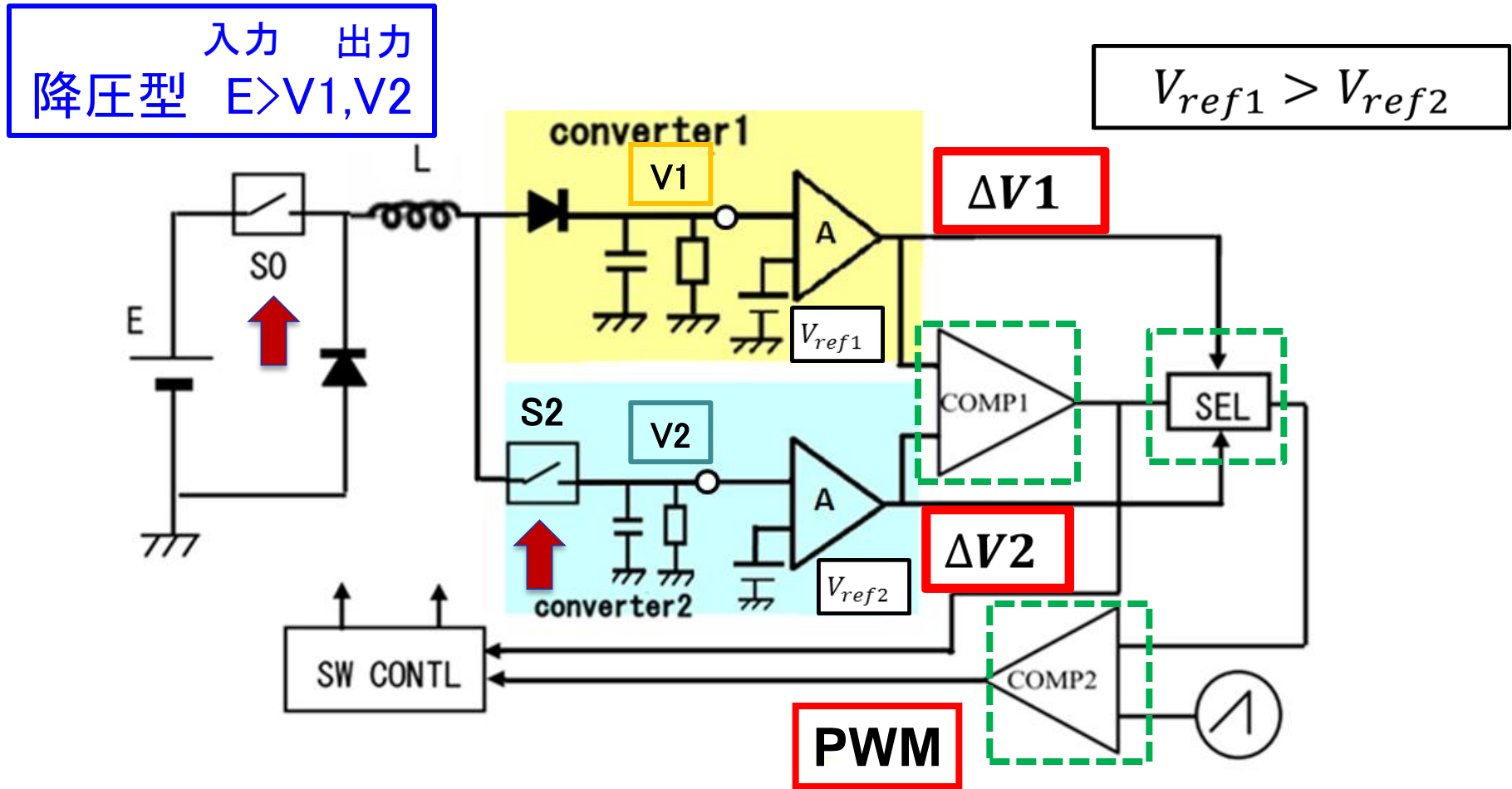
提案回路

- ✓ 低電力化
- ✓ リプル小さく
- ✓ 低コスト

アウトライン

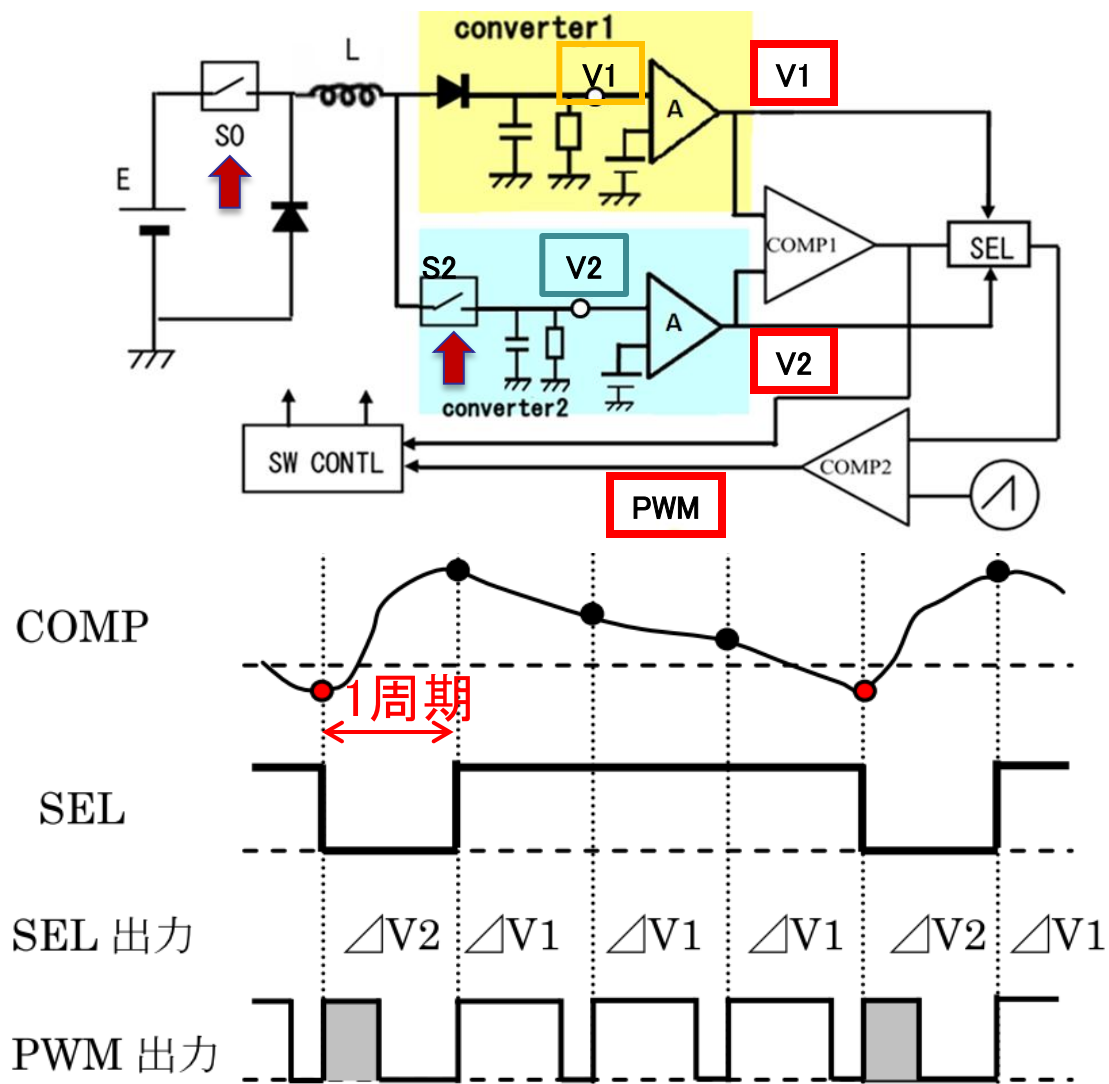
- 研究背景
- 提案降圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- 提案昇圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- 降圧型SIDO電源の実装結果
- まとめ

降压型電源構成



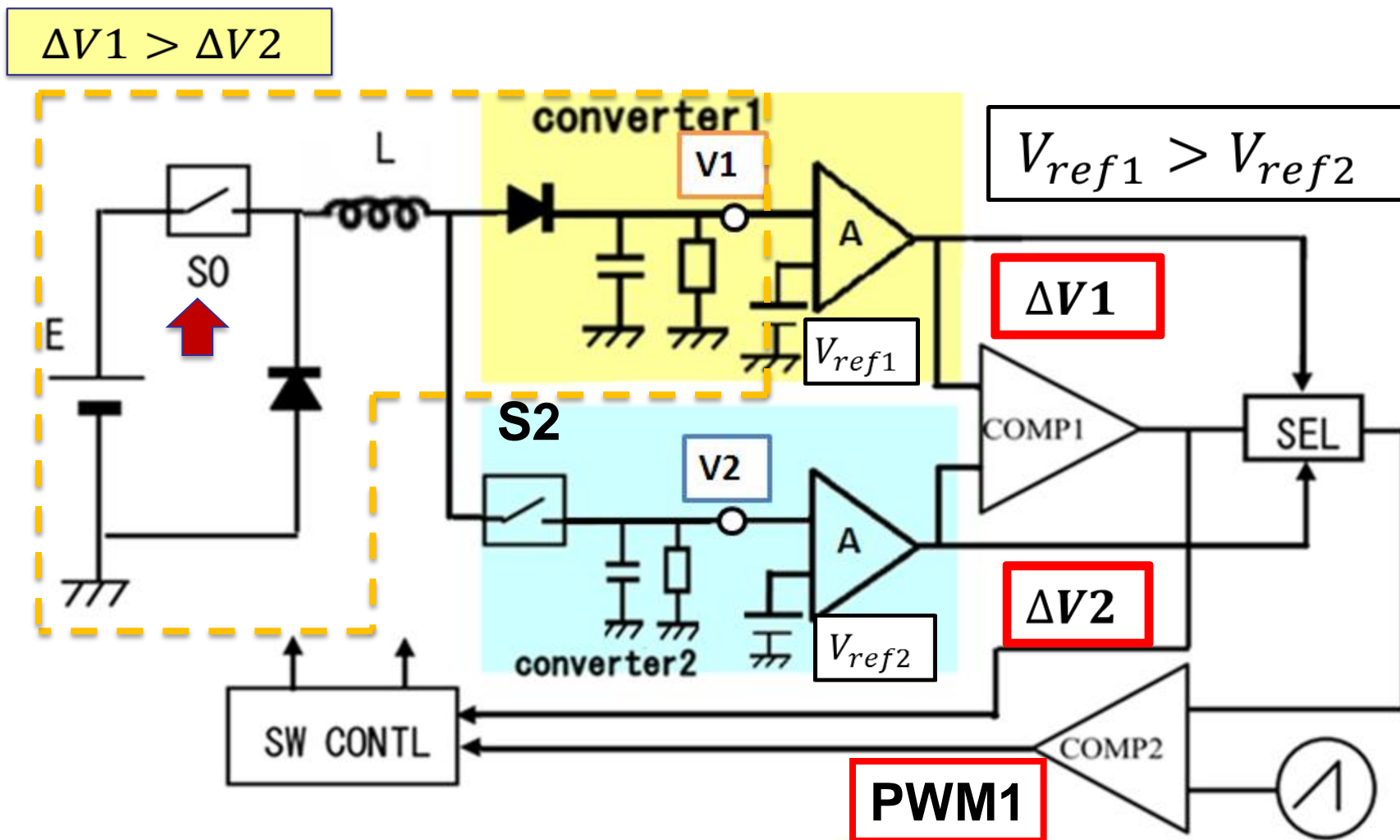
提案降压型SIDO電源の構成

動作波形



動作波形図

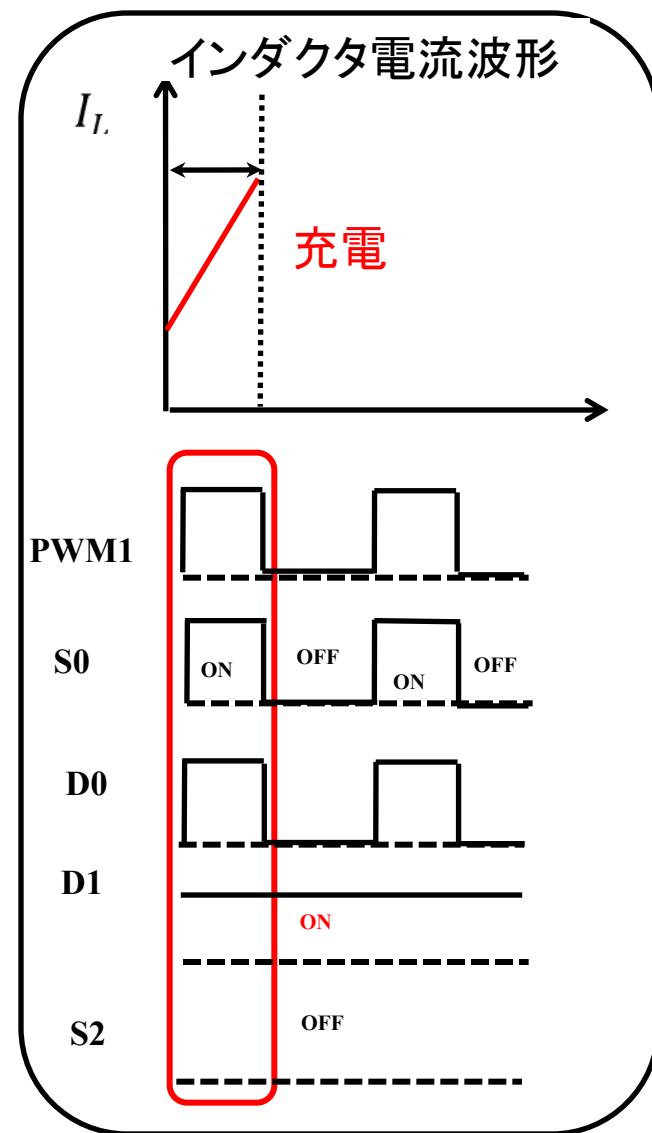
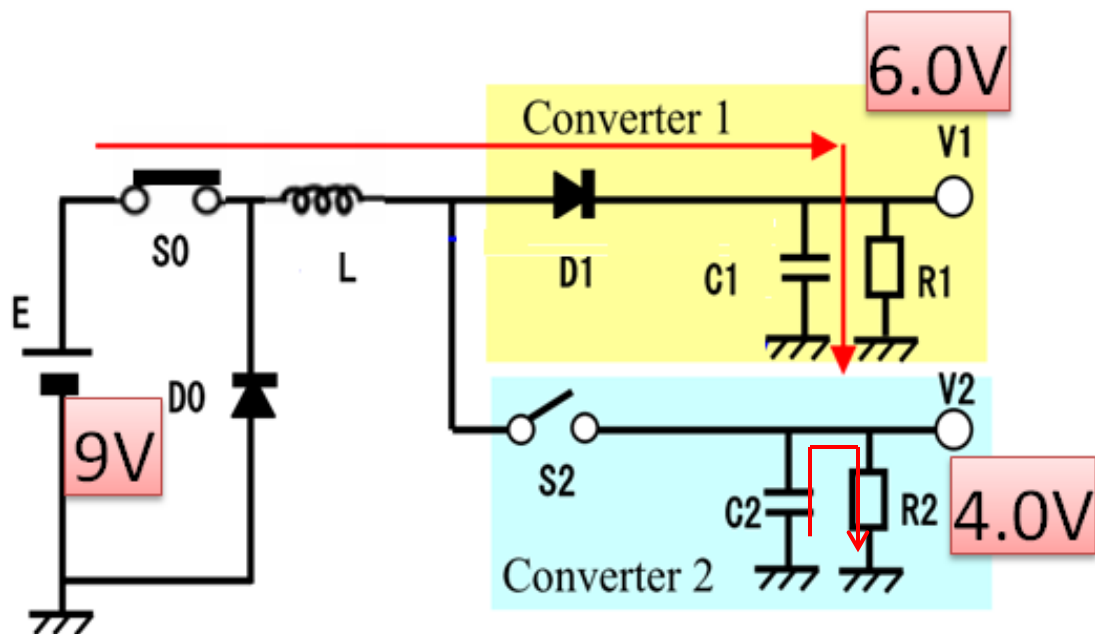
コンバータ1制御時



コンバータ1制御の回路動作

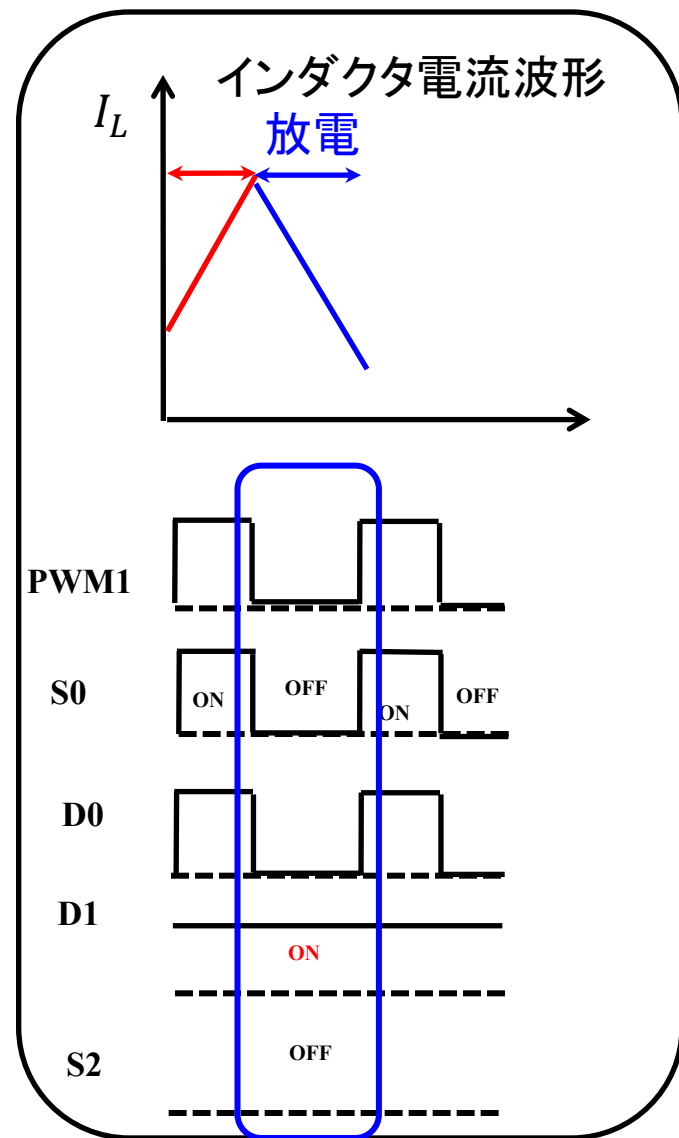
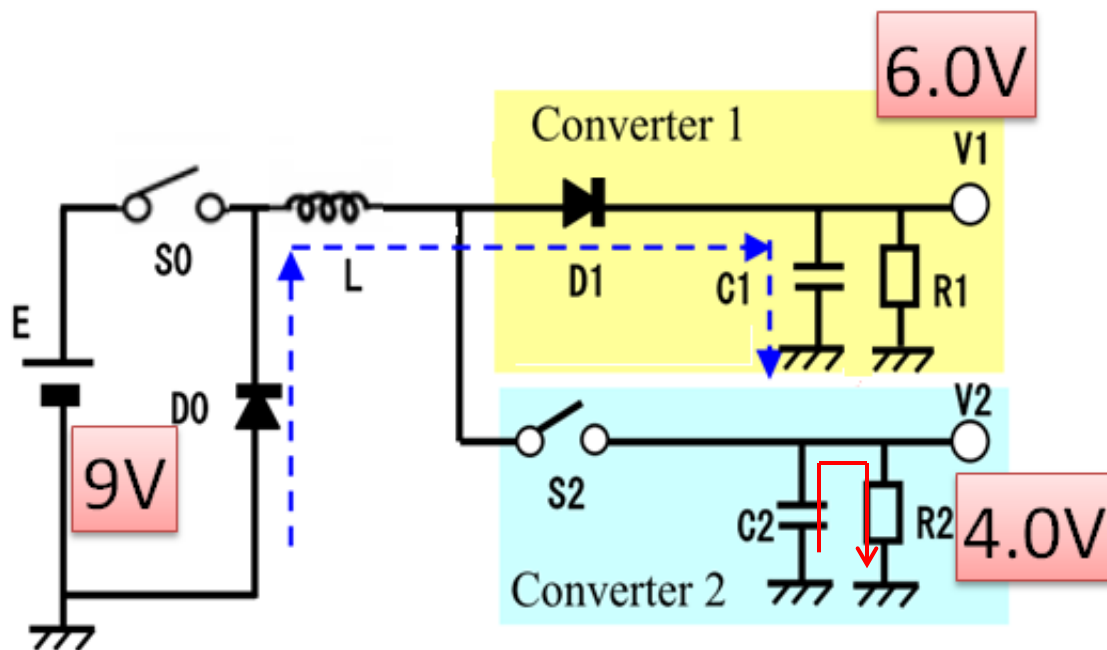
回路動作

コンバータ1制御

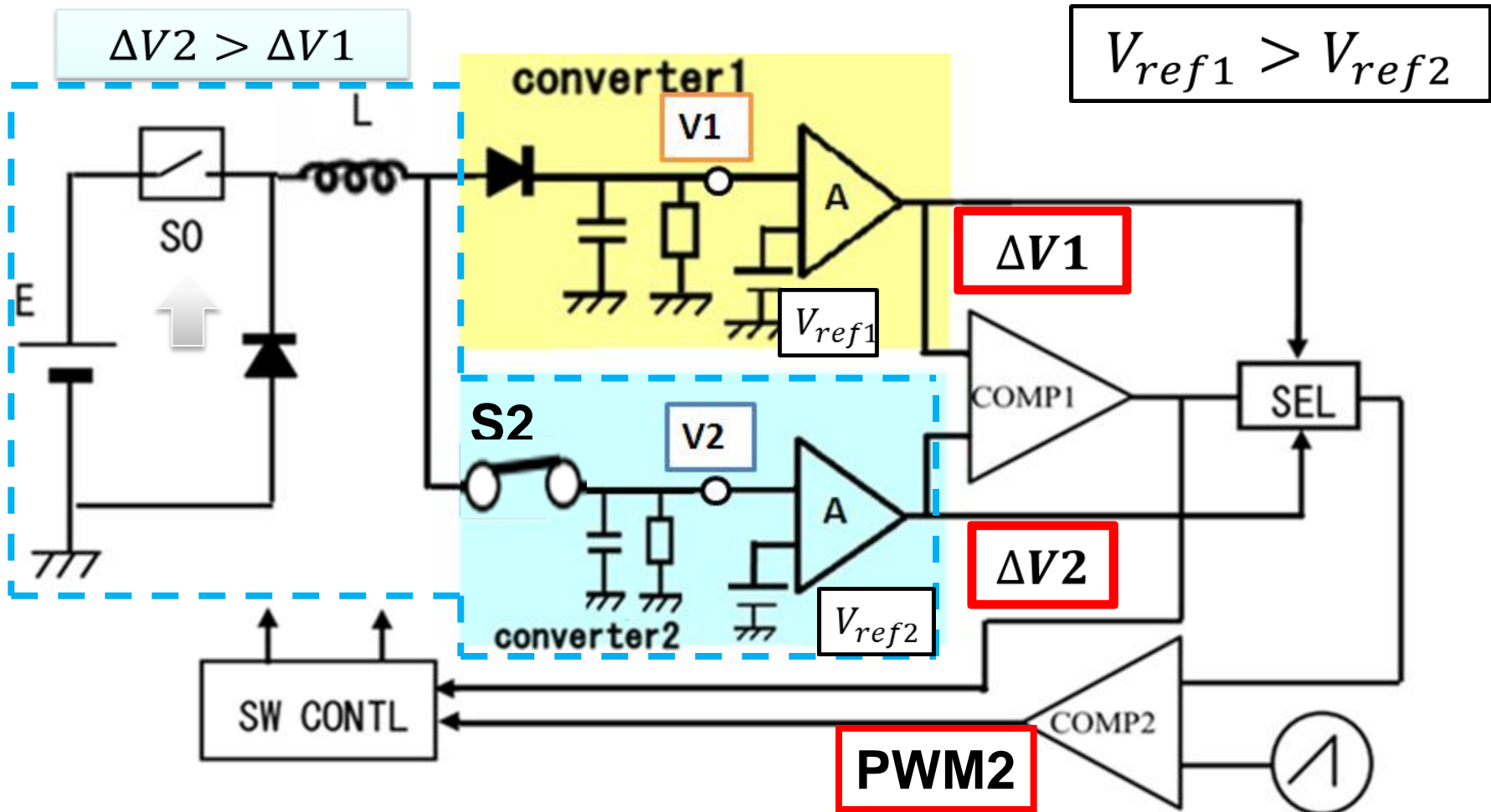


回路動作

コンバータ1制御



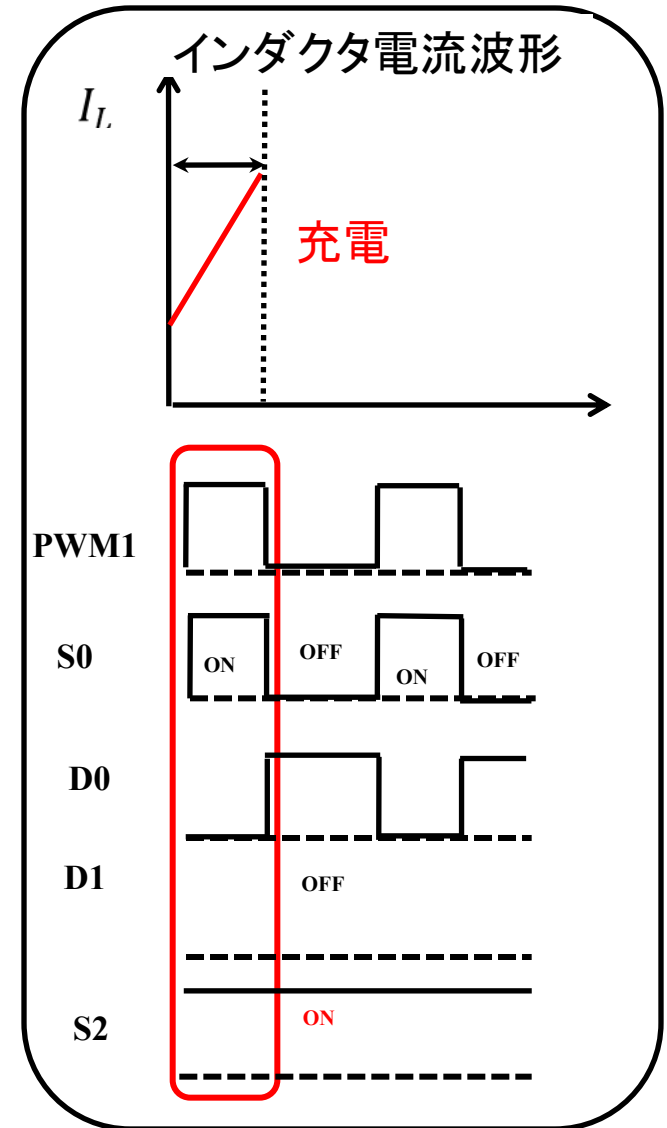
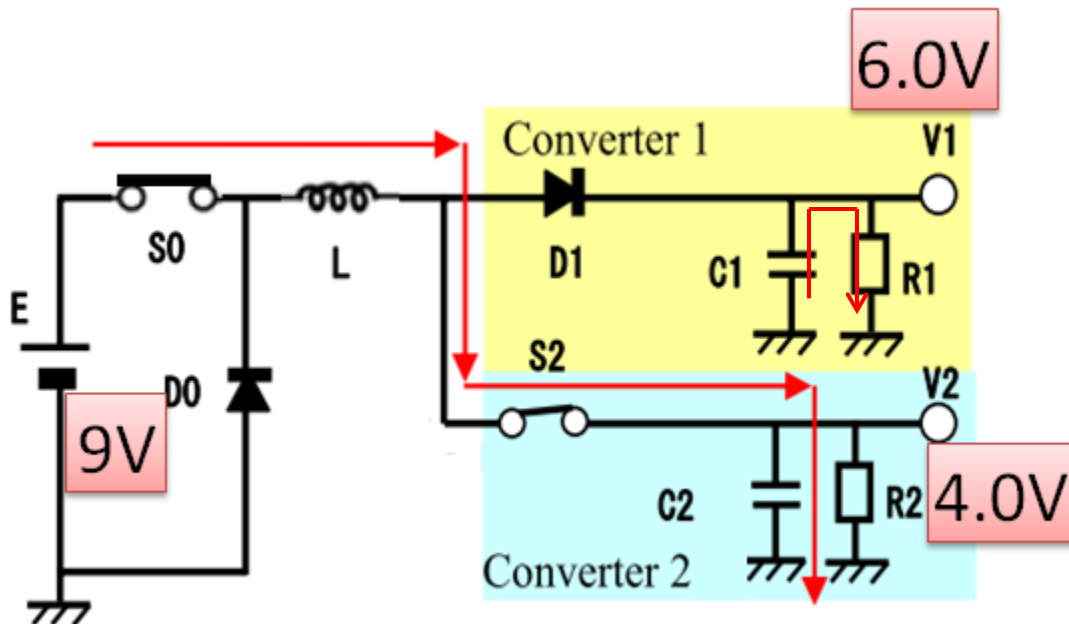
コンバータ2制御時



コンバータ2制御時の回路動作

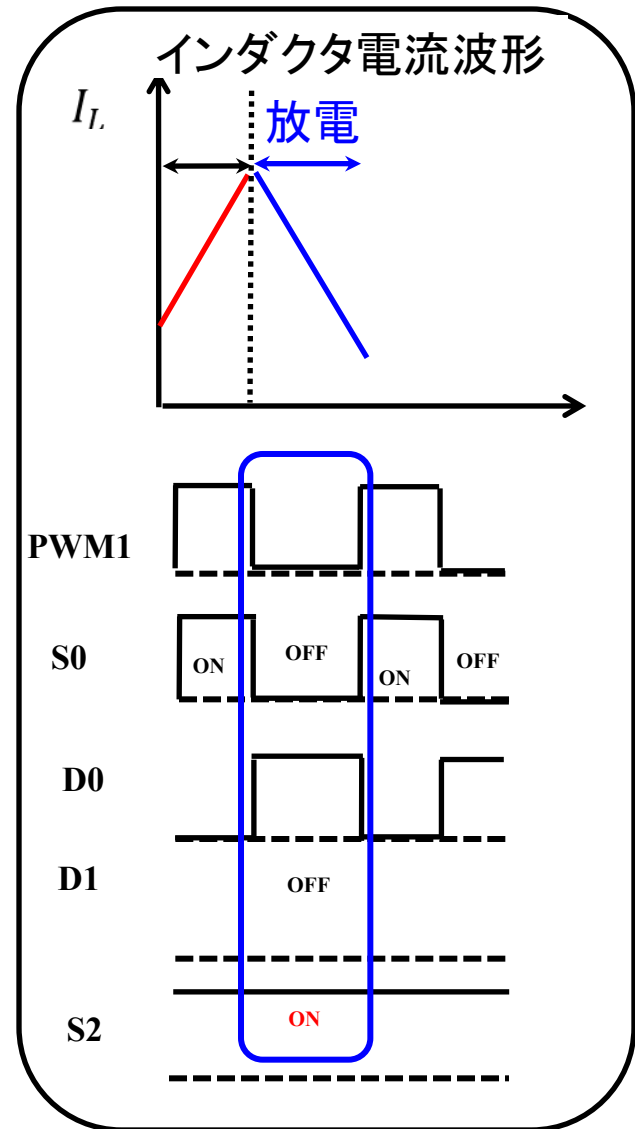
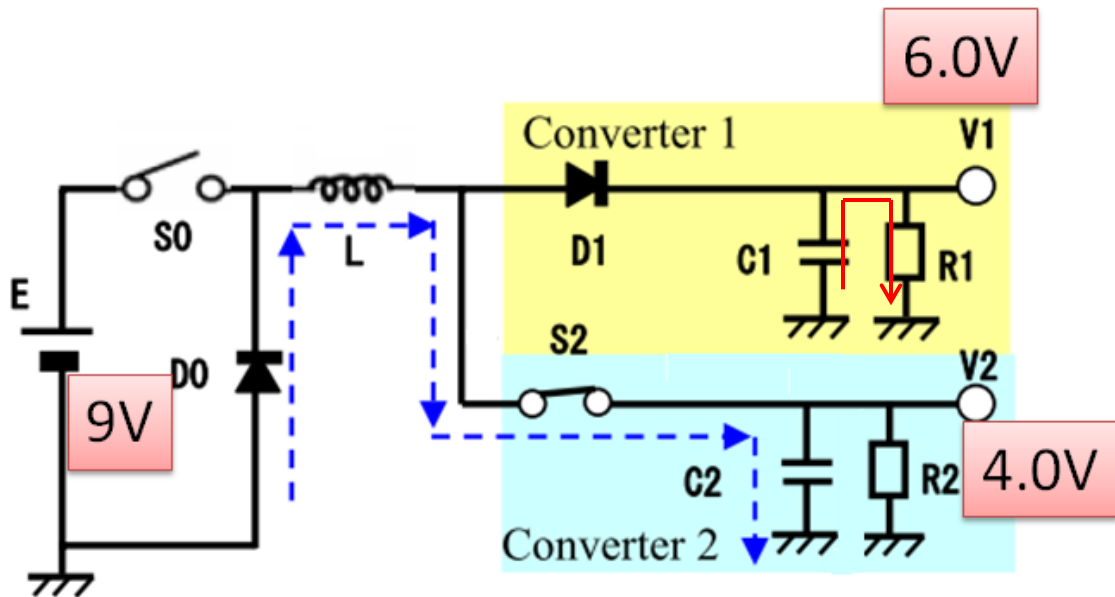
回路動作

コンバータ2制御



回路動作

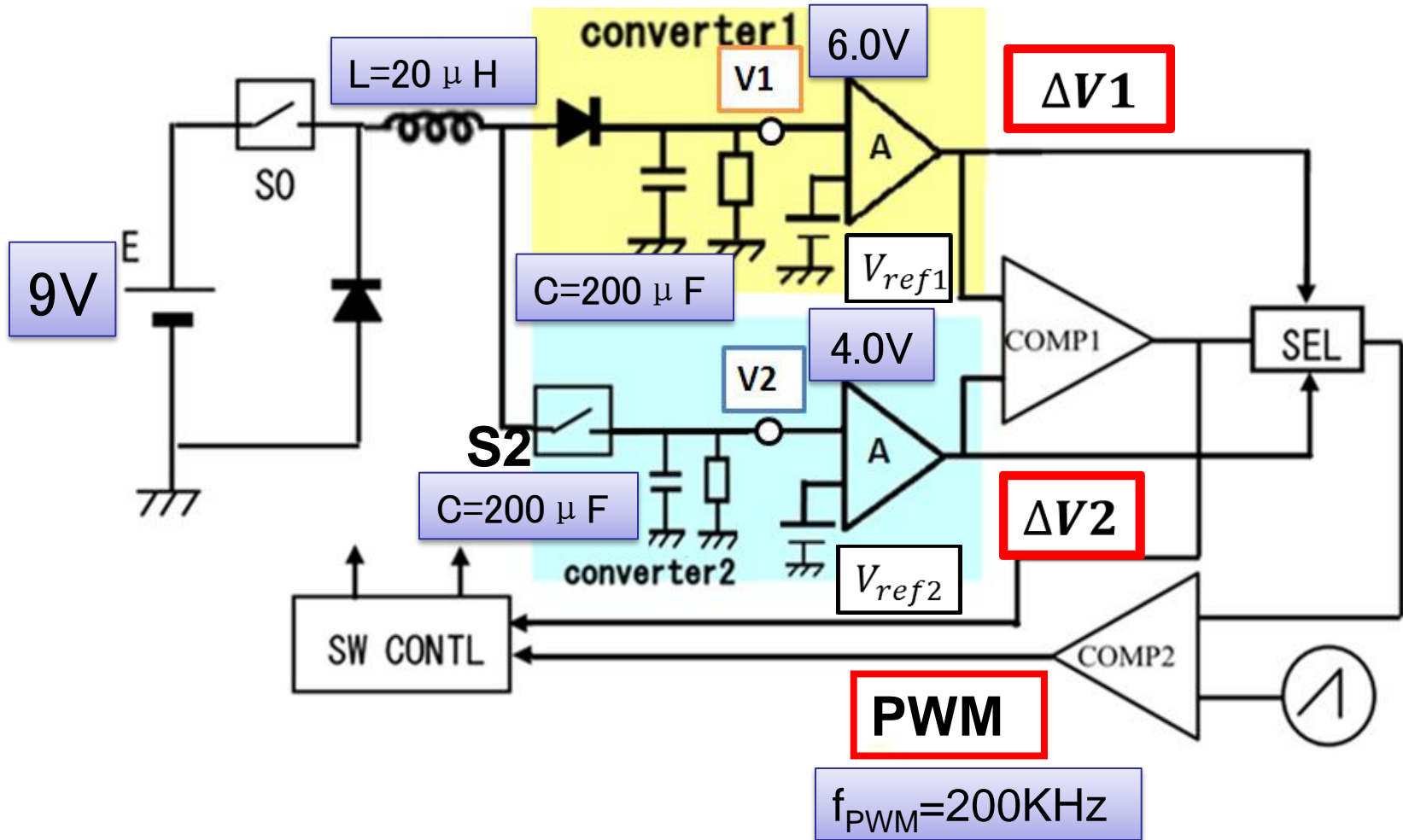
コンバータ2制御



アウトライン

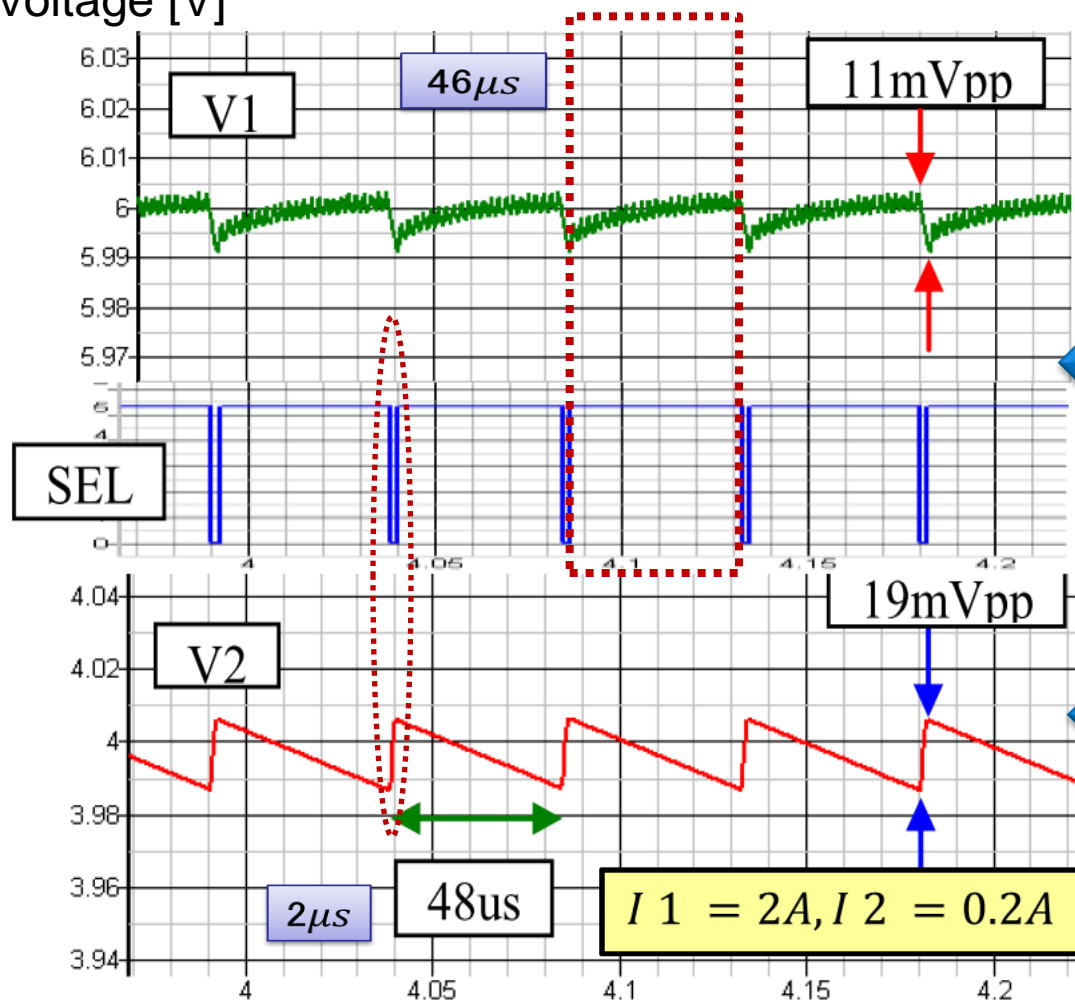
- 研究背景
- **提案降圧型SIDO電源**
 - 電源構成と基本動作
 - **シミュレーション結果**
- 提案昇圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- 降圧型SIDO電源の実装結果
- まとめ

降圧型パラメータ



出力電圧リップル(ケース1)

Voltage [V]



$$I_1 = 2\text{A},$$

$$I_2 = 0.2\text{A}$$

$$\Delta V_1 = 11\text{mV}_{pp}$$

$$\Delta V_2 = 19\text{mV}_{pp}$$

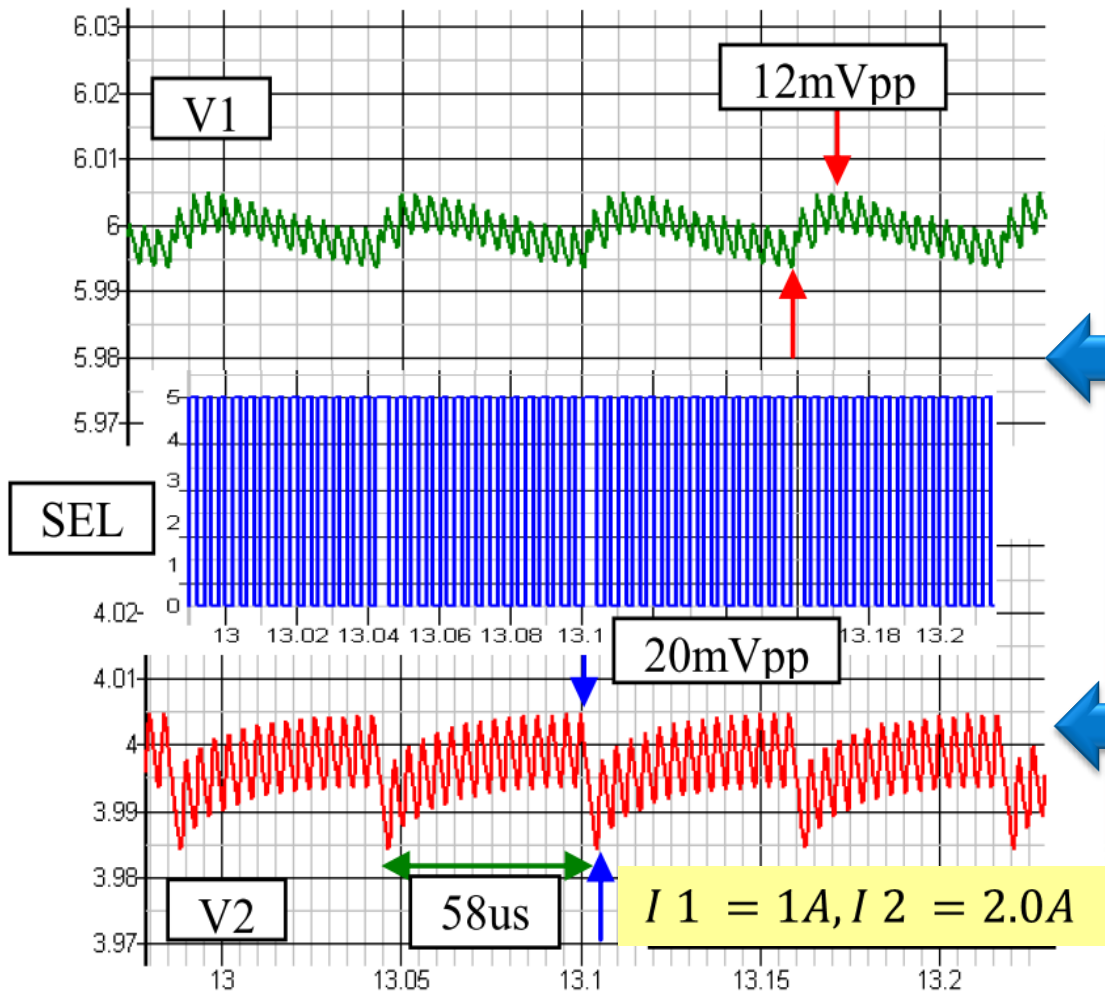
$$\Delta V_1, \Delta V_2 < 0.5\%V_o$$

出力リップル(ケース1)

Time[ms]

出力電圧リップル(ケース2)

Voltage [V]



$$I_1 = 1A,$$

$$I_2 = 2.2A$$

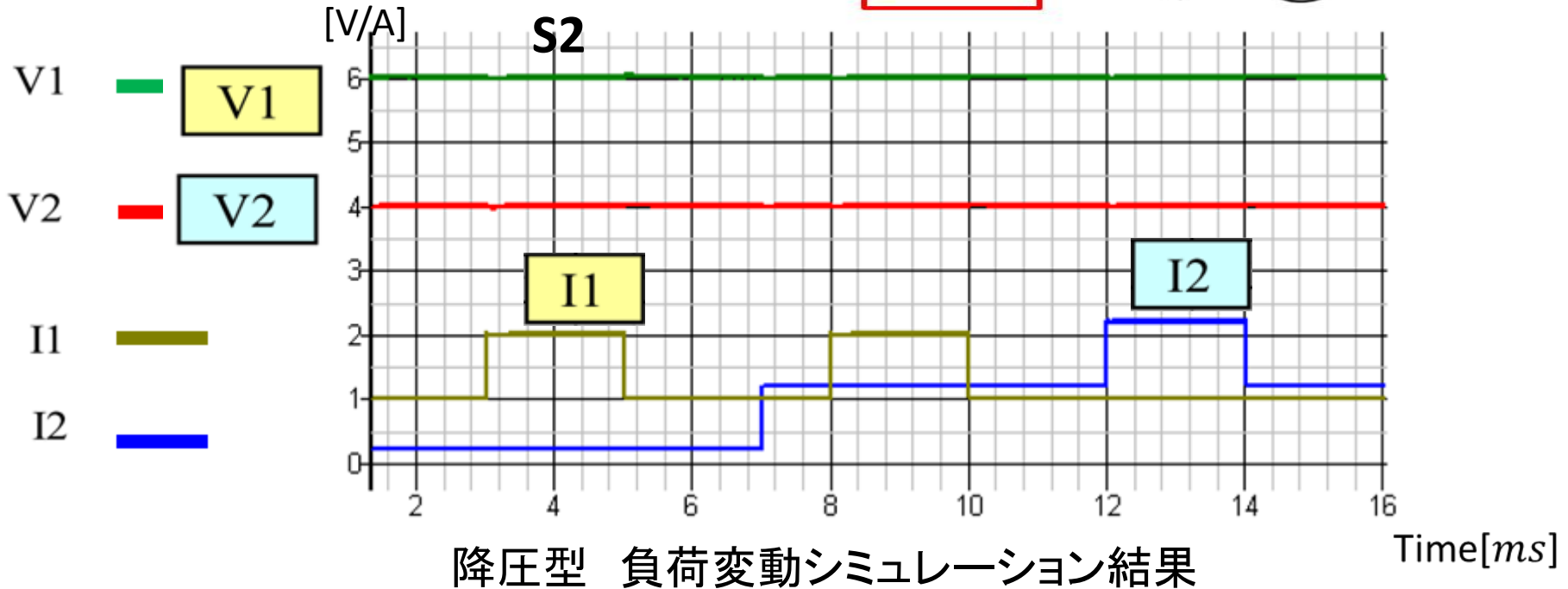
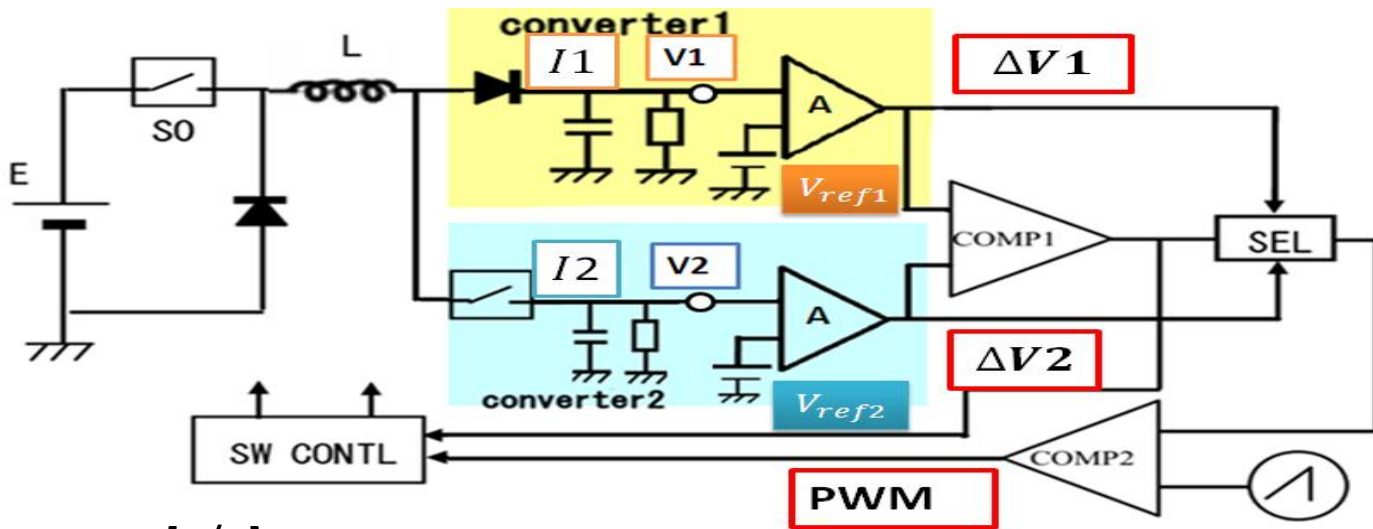
$$\Delta V_1 = 12mV_{pp}$$

$$\Delta V_2 = 20mV_{pp}$$

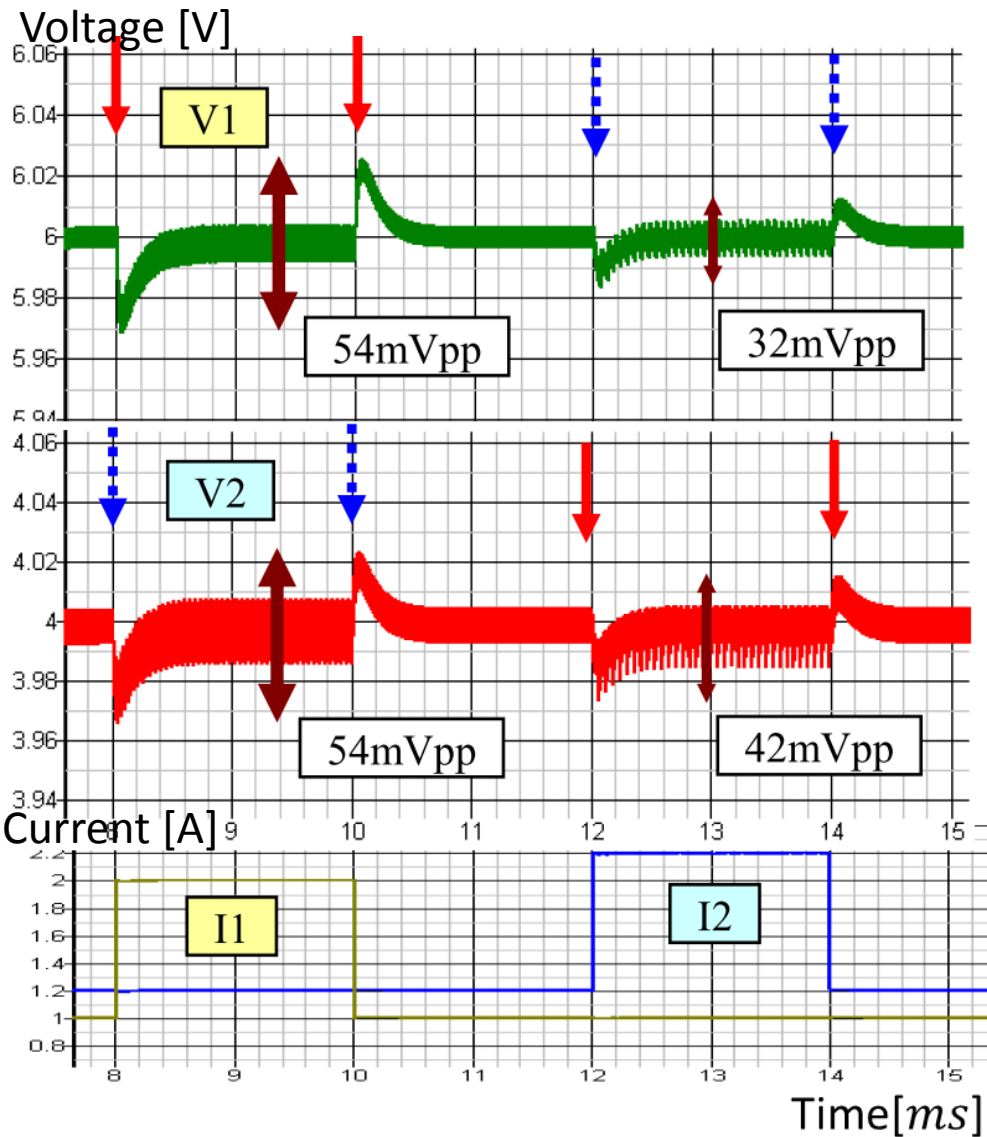
$$\Delta V_1, \Delta V_2 < 0.5\%V_o$$

出力リップル(ケース2) Time[ms]

負荷変動シミュレーション結果



負荷変動レギュレーション特性



負荷変動レギュレーション特性

降圧型 コンバータ

赤:セルフレギュレーション

$$\Delta V_{SR}$$

青:クロスレギュレーション

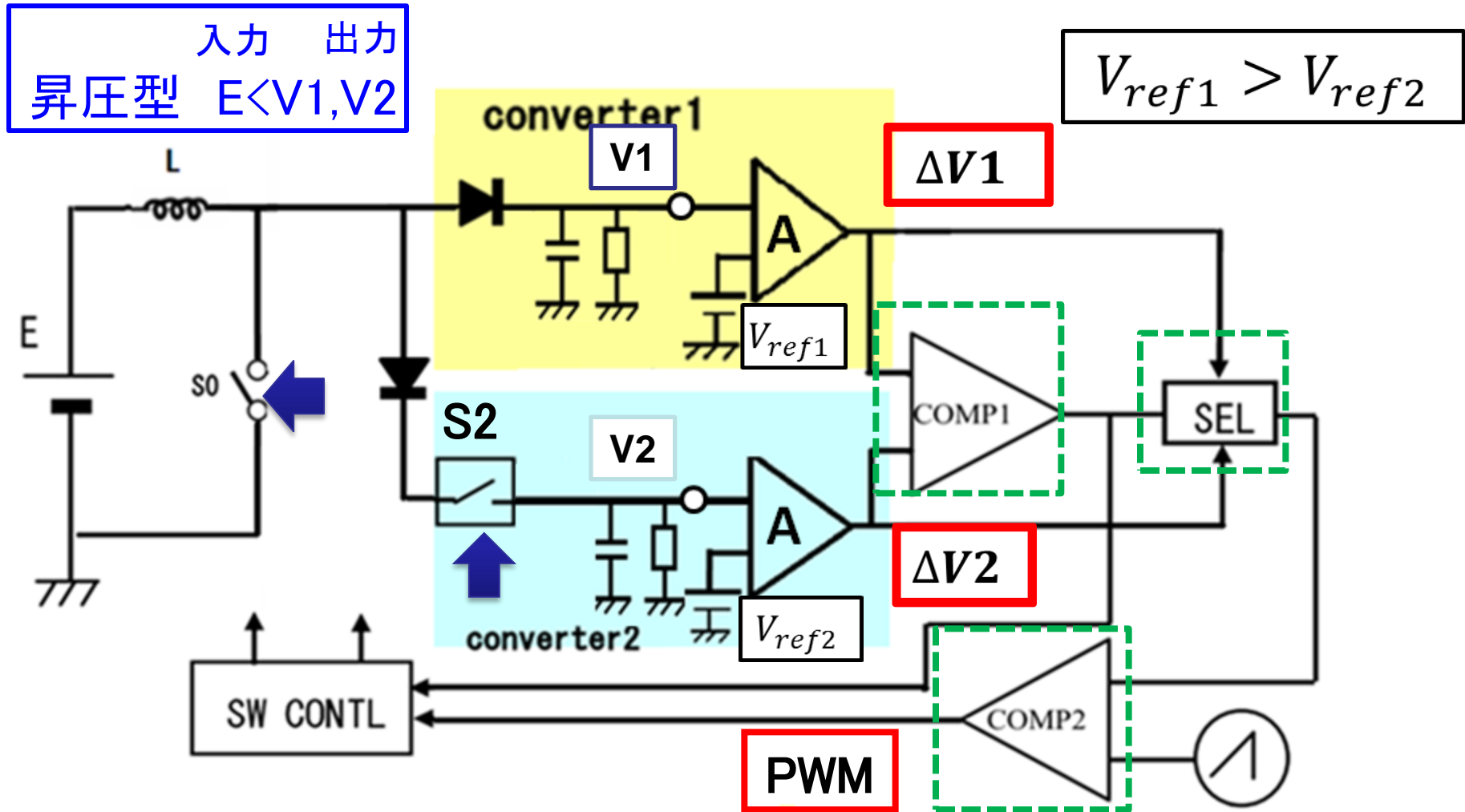
$$\Delta V_{CR}$$

$$\Delta V_{SR} \cong \Delta V_{CR} < 55mV_{pp}$$

アウトライン

- 研究背景
- 提案降圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- **提案昇圧型SIDO電源**
 - **電源構成と基本動作**
 - シミュレーション結果
- 降圧型SIDO電源の実装結果
- まとめ

昇圧型電源構成と基本動作

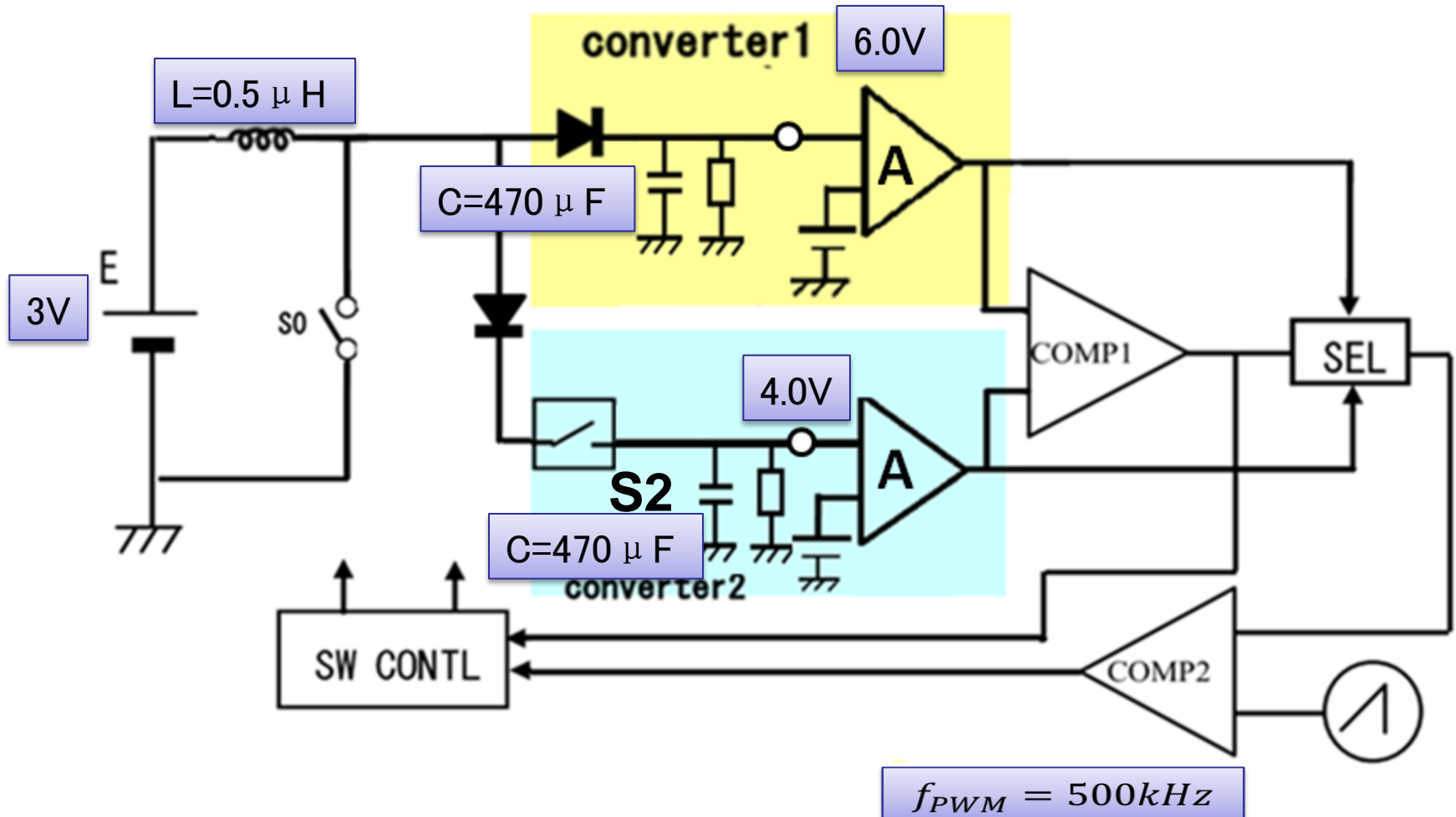


提案した昇圧型SIDO電源構成

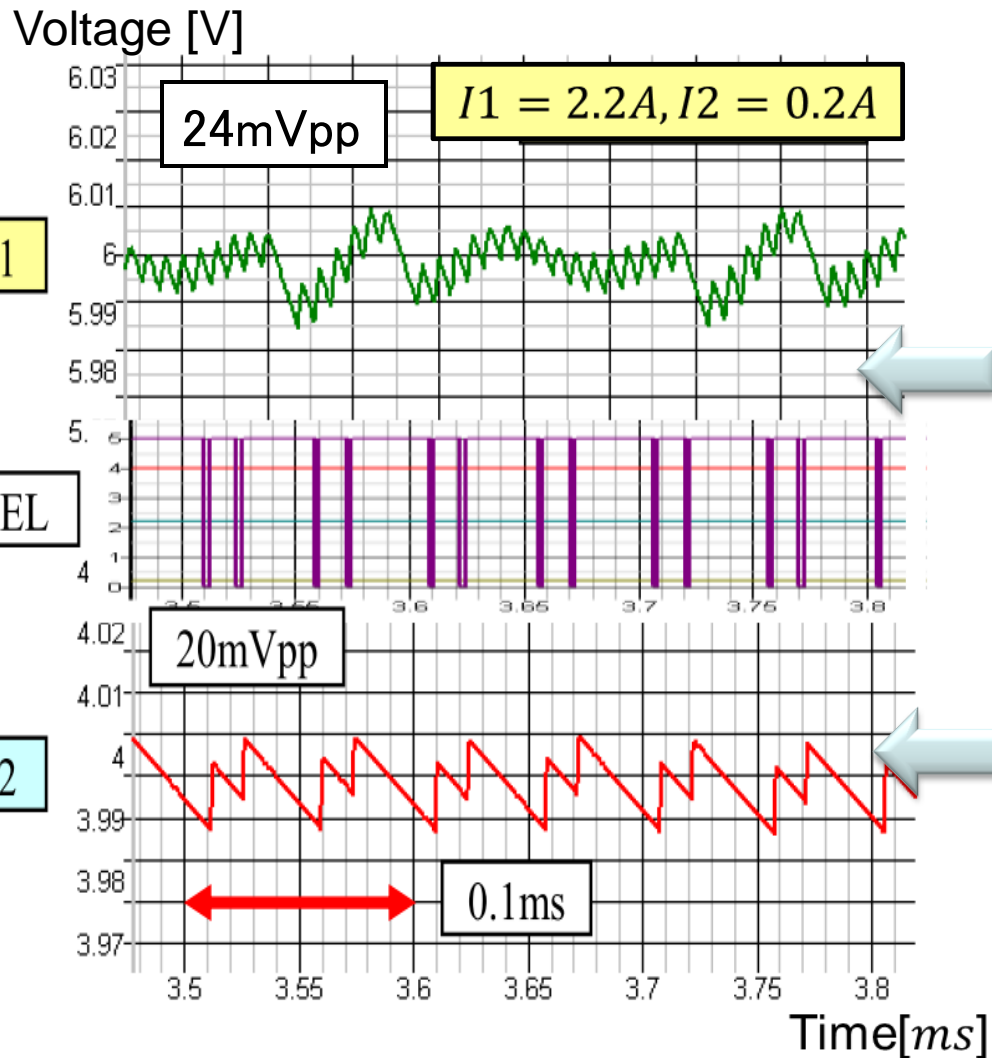
アウトライン

- 研究背景
- 提案降圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- **提案昇圧型SIDO電源**
 - 電源構成と基本動作
 - **シミュレーション結果**
- 降圧型SIDO電源の実装結果
- まとめ

昇圧型パラメータ



出力電圧リップル(ケース1)



$$I_1 = 2.2A,$$

$$I_2 = 0.2A$$

$$\Delta V_1 = 24mV_{pp}$$

$$\Delta V_2 = 20mV_{pp}$$

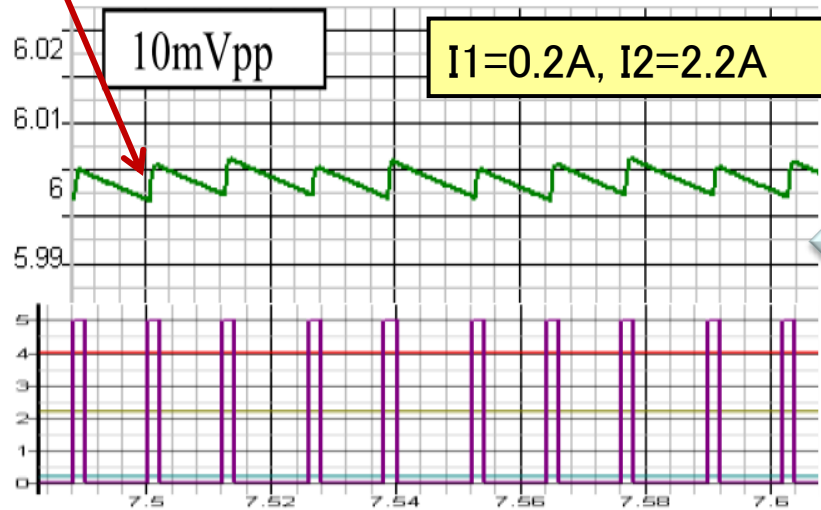
$$\Delta V_1, \Delta V_2 < 0.4\%V_o$$

出力電圧リップル(ケース1)

出力電圧リップル(ケース2)

SEL → High : V1

Voltage [V]



$$I_1 = 0.2A,$$

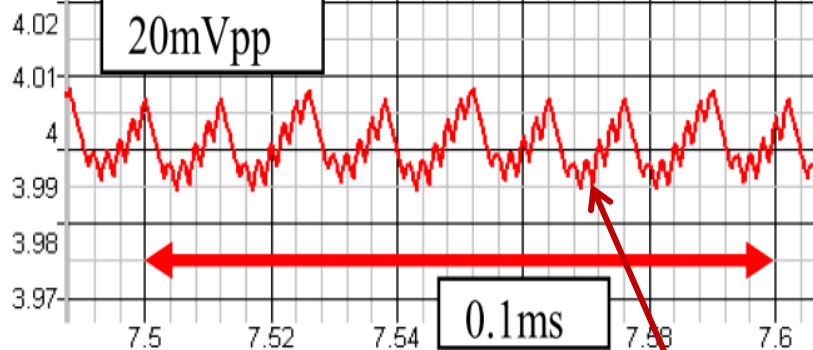
$$I_2 = 2.2A$$

$$\Delta V_1 = 10mV_{pp}$$

$$\Delta V_2 = 20mV_{pp}$$

$$\Delta V_1, \Delta V_2$$

$$< 0.4\%V_o$$

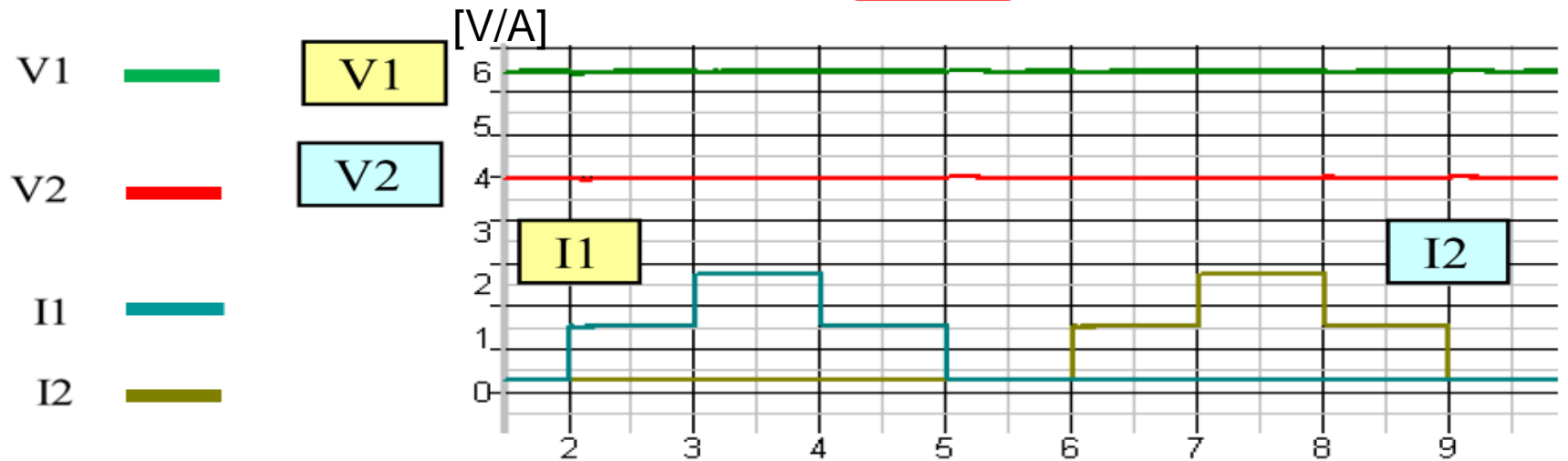
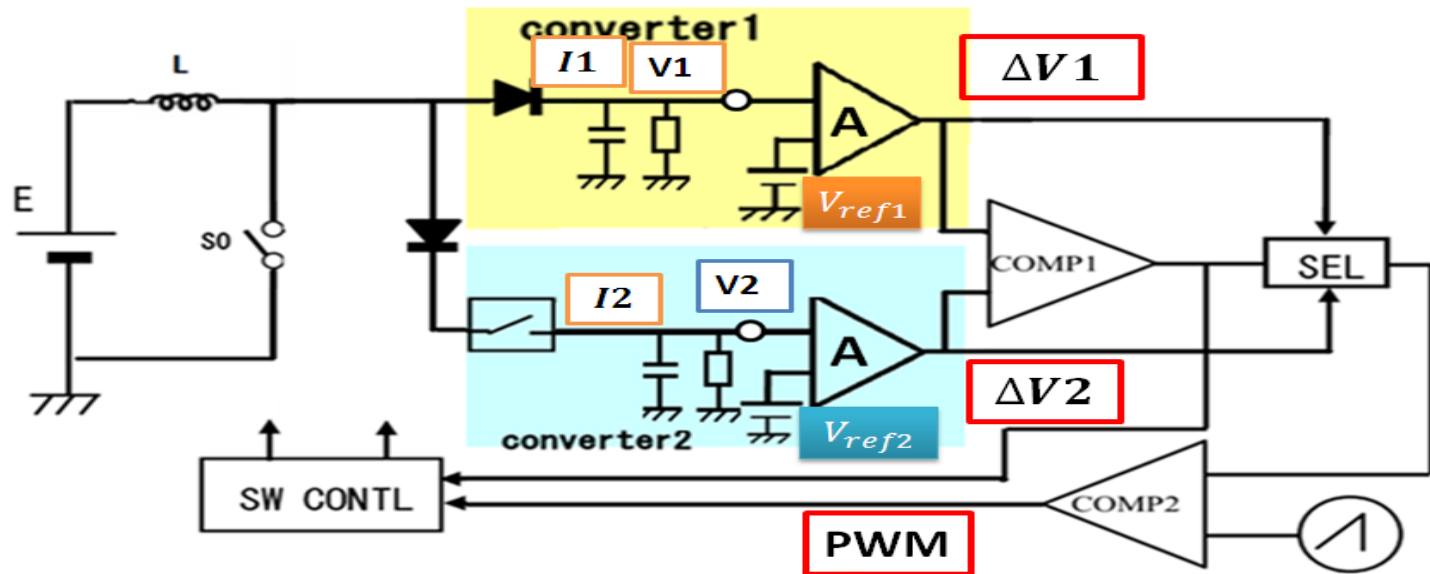


出力電圧リップル(ケース2)

SEL → Low : V2

Time [ms]

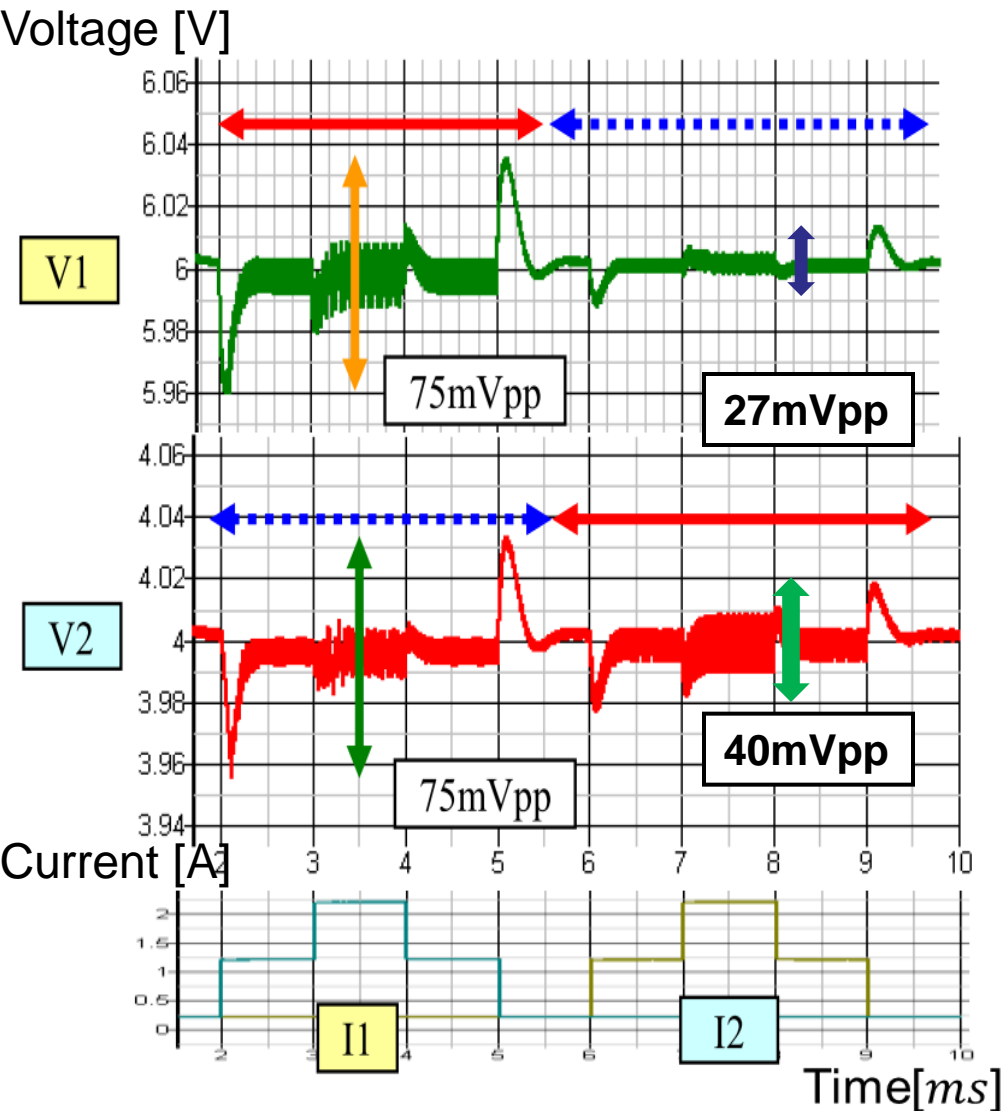
負荷変動シミュレーション結果



昇圧型 負荷変動シミュレーション結果

Time[ms]

負荷変動レギュレーション特性



負荷変動レギュレーション特性

昇圧型 コンバータ

赤:セルフレギュレーション

$$\Delta V_{SR}$$

青:クロスレギュレーション

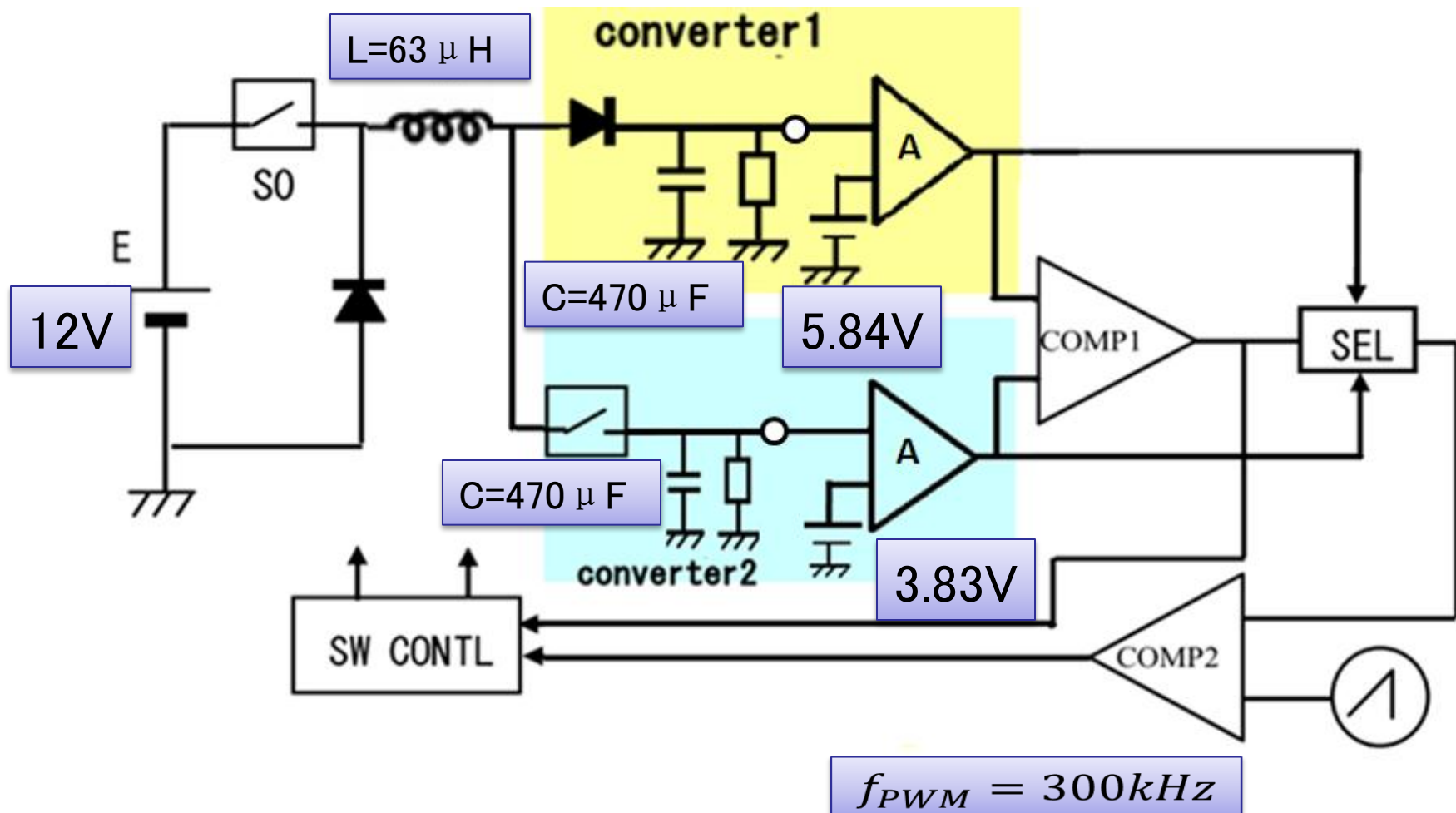
$$\Delta V_{CR}$$

$$\Delta V_{SR} \cong \Delta V_{CR} < 75mV_{pp}$$

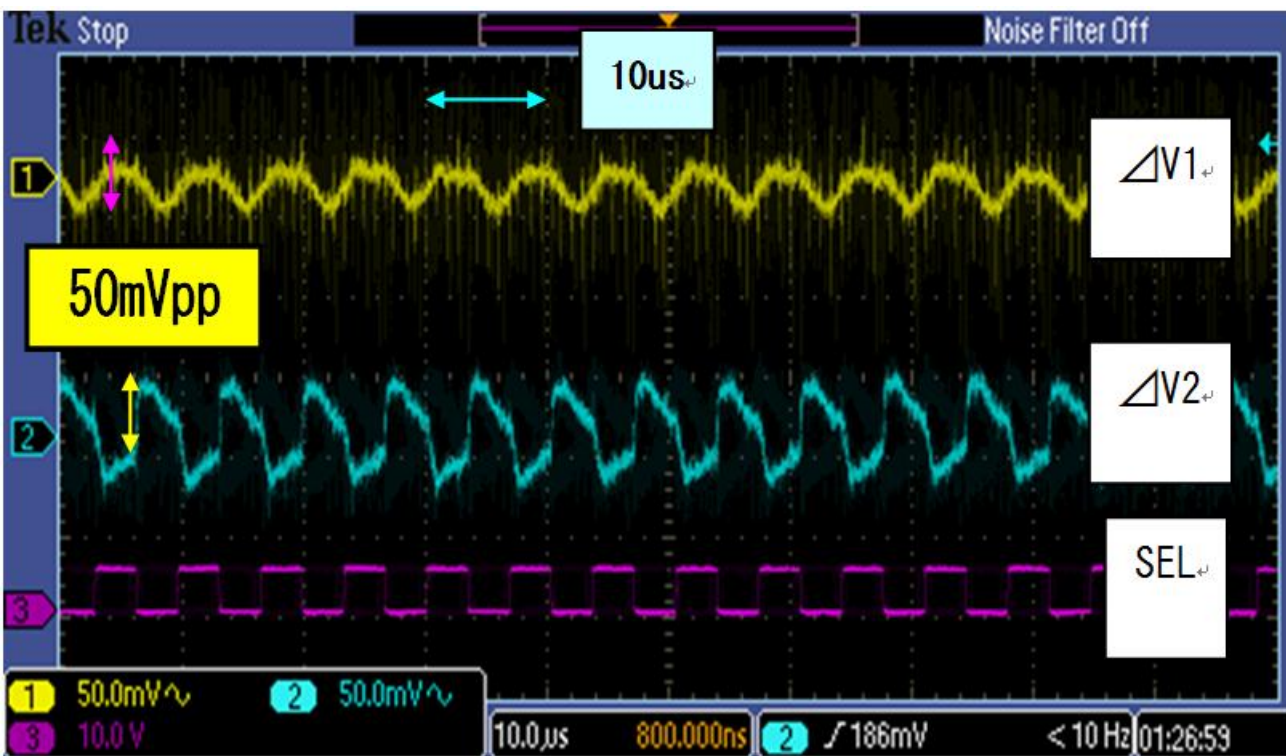
アウトライン

- 研究背景
- 提案降圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- 提案昇圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- **降圧型SIDO電源の実装結果**
- まとめ

降压型実装パラメータ



定常リップル(ケース1)



$$I1=1.12A$$

$$I2=0.74A$$

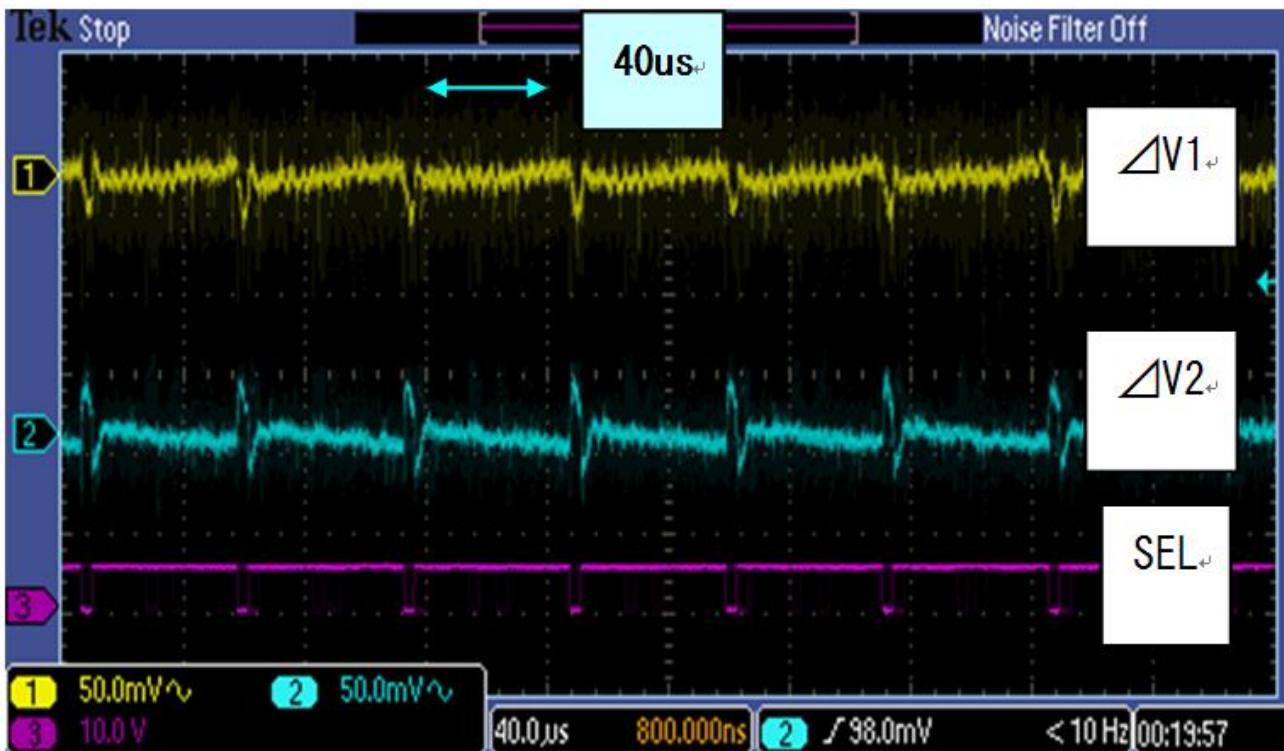
$$D_{SEL}=0.5$$

$$\Delta V1 \doteq 35mV$$

$$\Delta V2 \doteq 70mV$$

降压型 実装定常リップル1

定常リップル(ケース2)



$$I1 = 1.12A$$

$$I2 = 0.12A$$

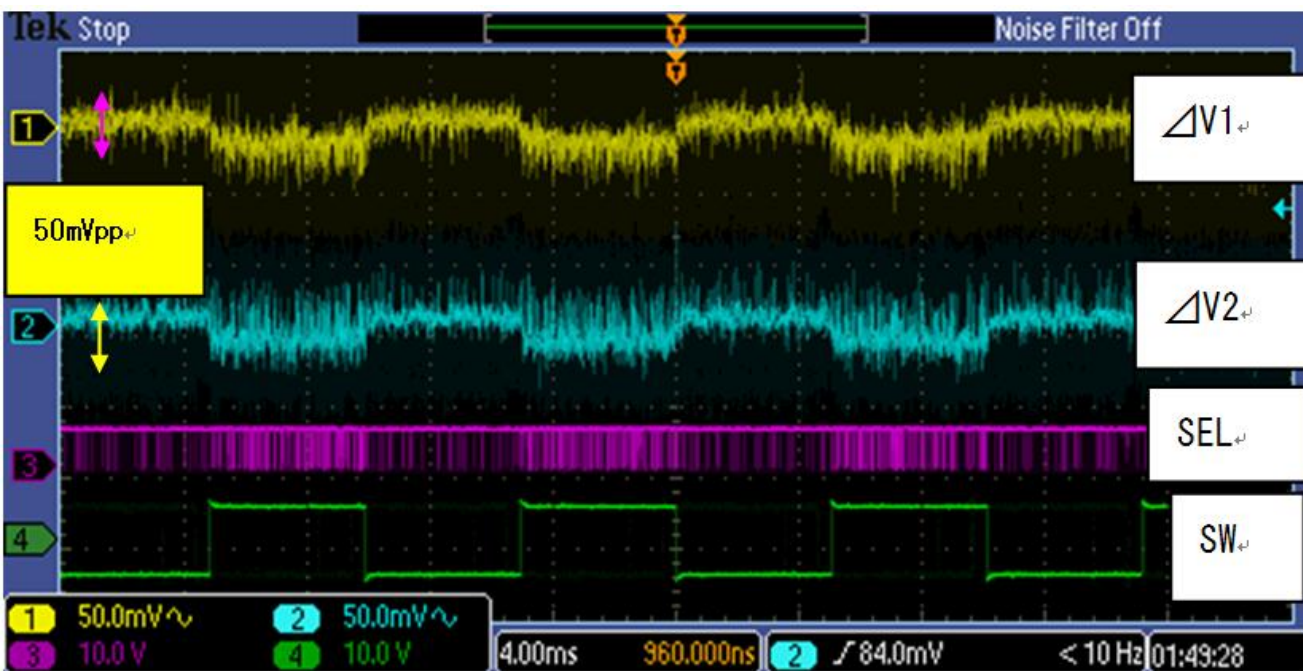
$$D_{SEL} = 0.1$$

$$\Delta V1 \doteq 35mV$$

$$\Delta V2 \doteq 60mV$$

降圧型 実装定常リップル2

負荷変動時レギュレーション特性

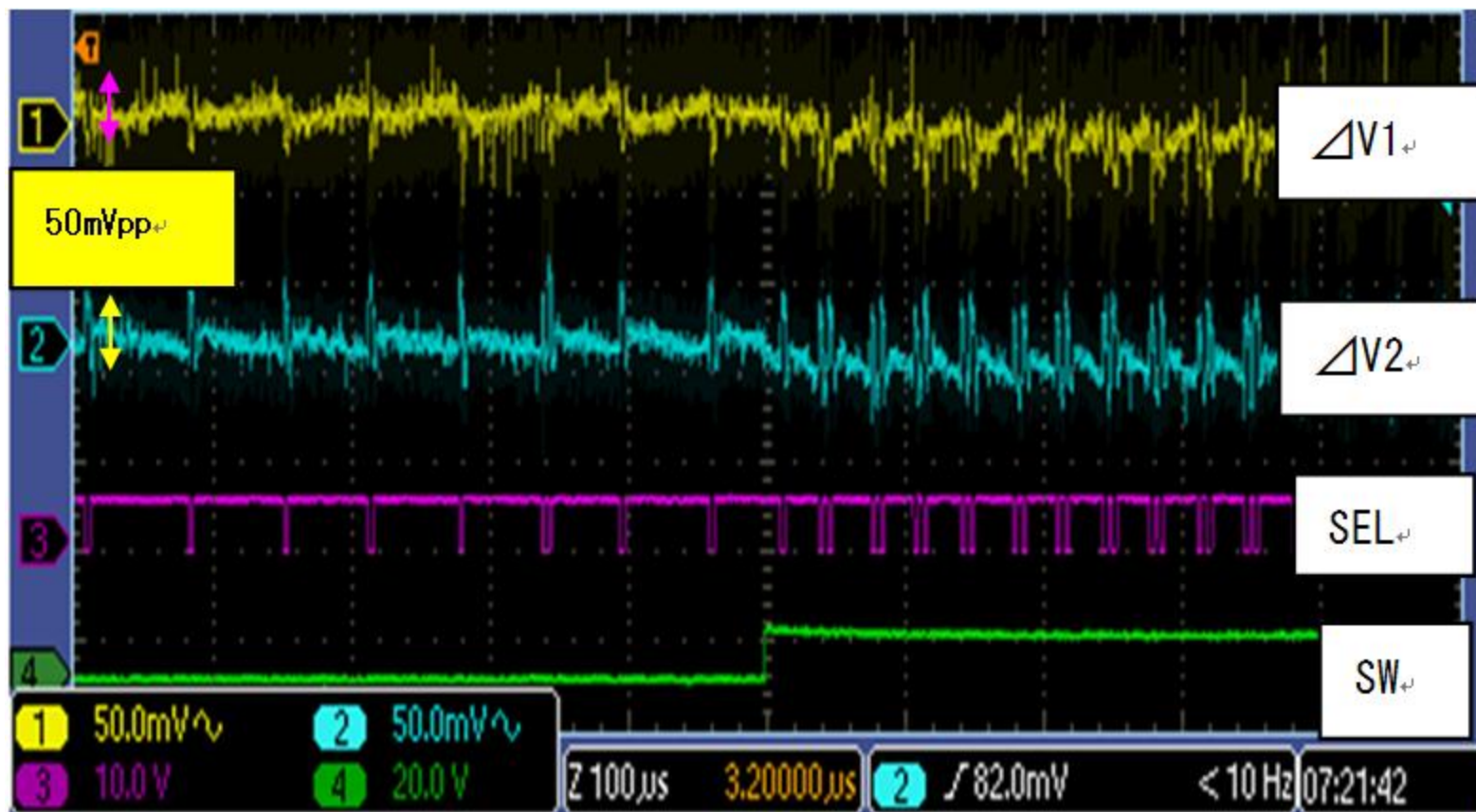


$$I1 = 1.12A$$

$$I2 = 0.37 \Rightarrow 0.12A$$

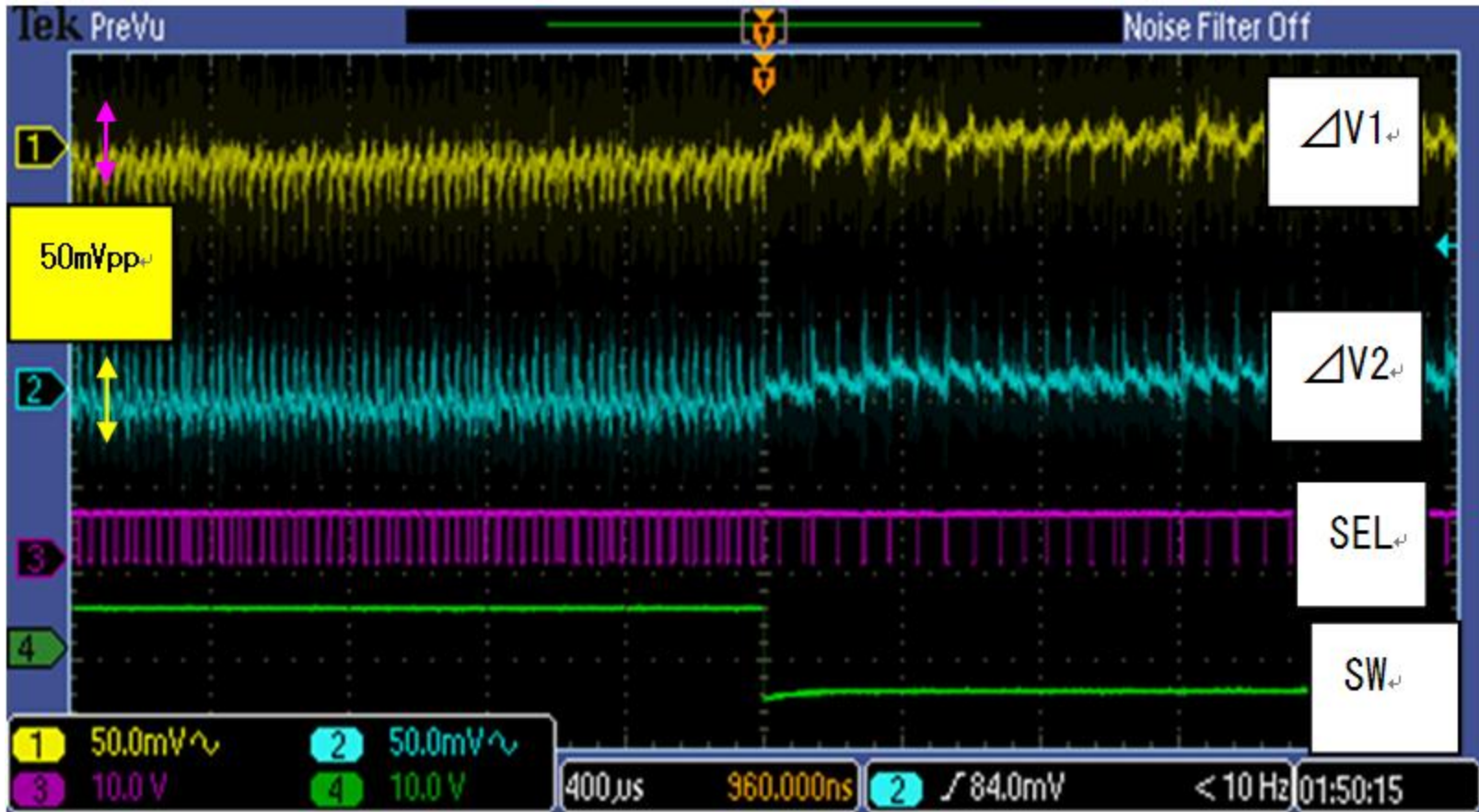
実装負荷変動時レギュレーション特性

負荷変動時レギュレーション特性



拡大図1 実装負荷変動時レギュレーション特性

負荷変動時レギュレーション特性



拡大図2 実装負荷変動時レギュレーション特性

アウトライン

- 研究背景
- 提案降圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- 提案昇圧型SIDO電源
 - 電源構成と基本動作
 - シミュレーション結果
- 降圧型SIDO電源の実装結果
- **まとめ**

まとめ

- 降/昇圧単インダクタ2出力DC-DCコンバータ
- 制御法の提案
 - シンプル制御
 - 低コスト制御
- シミュレーションより動作と性能の確認
- 降圧型の実装評価より有効性の確認

ご清聴ありがとうございました