

排他的制御を用いた単一インダタ 2 出力DC-DCスイッチング電源 実験検証

- 趙峰,小堀康功,李慕容,呉ジュ,権力,朱秋霖,
シャイフル ニザム モハイヤ(群馬大学)
小田口貴宏, 山口哲二, 上田公大
(旭化成テクノロジー)
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/昇圧型SIDO電源の実装結果
 - まとめ
- (SIDO:単一インダタ2出力)**

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

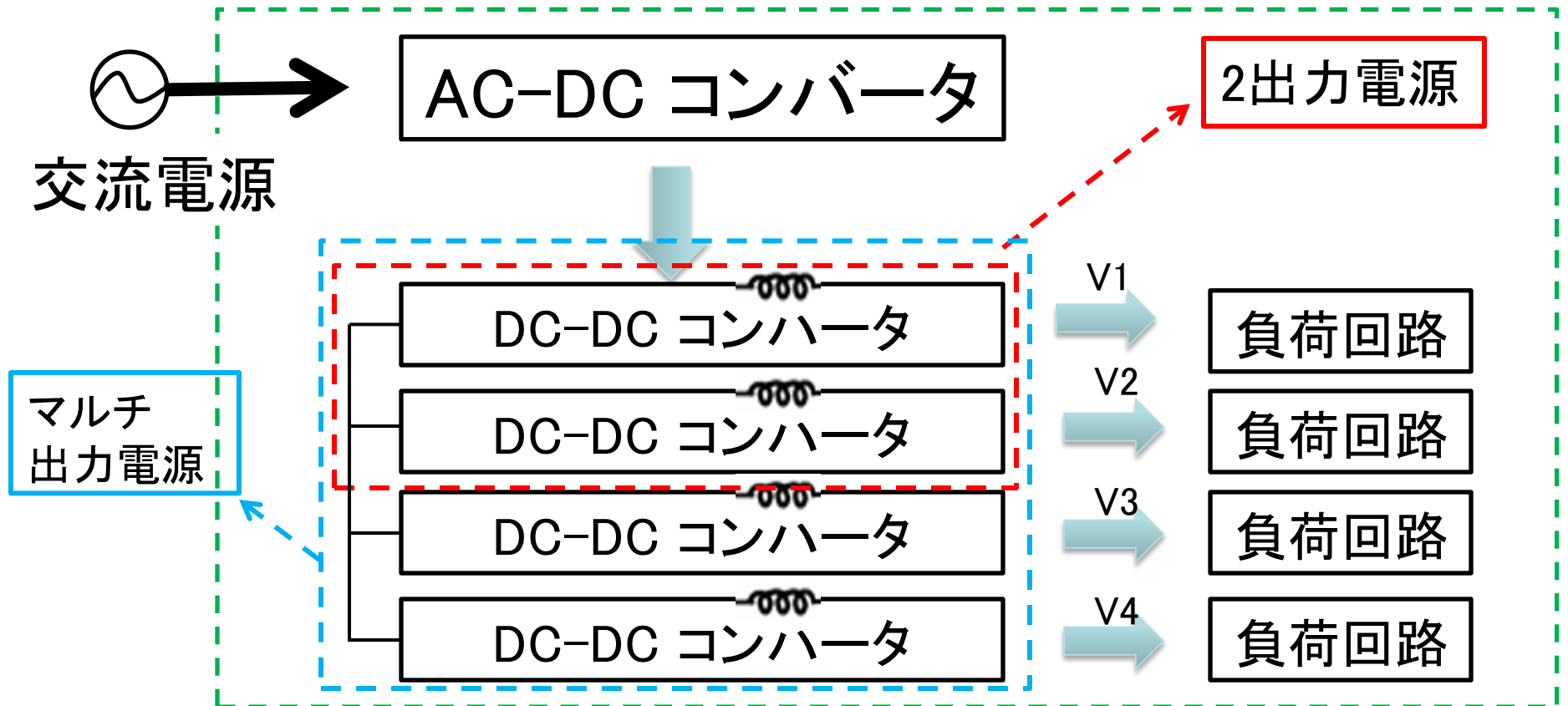
- 電源構成と基本動作
- シミュレーション結果

➤ 降/昇圧型SIDO電源の実装結果

➤ まとめ

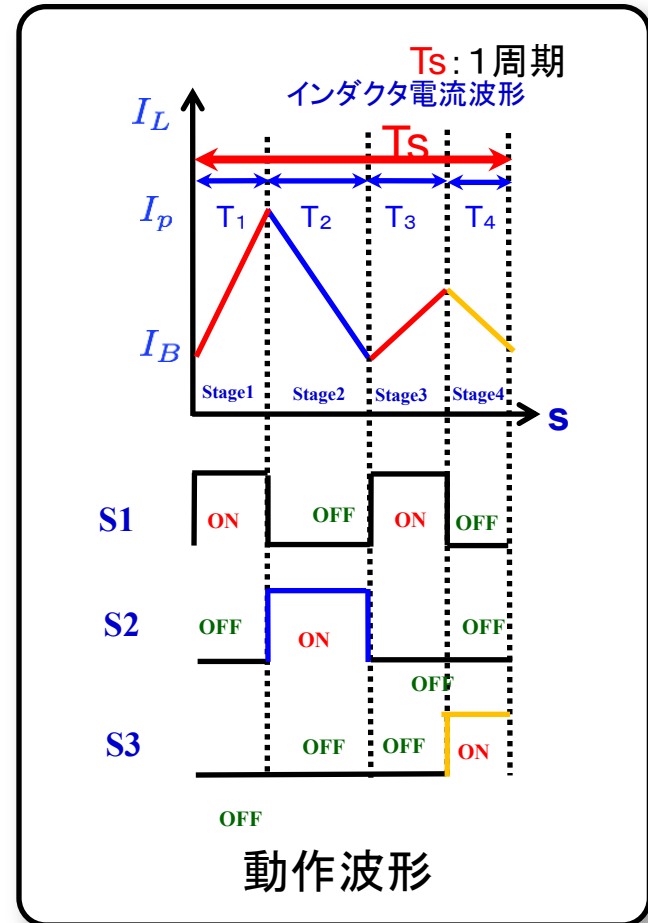
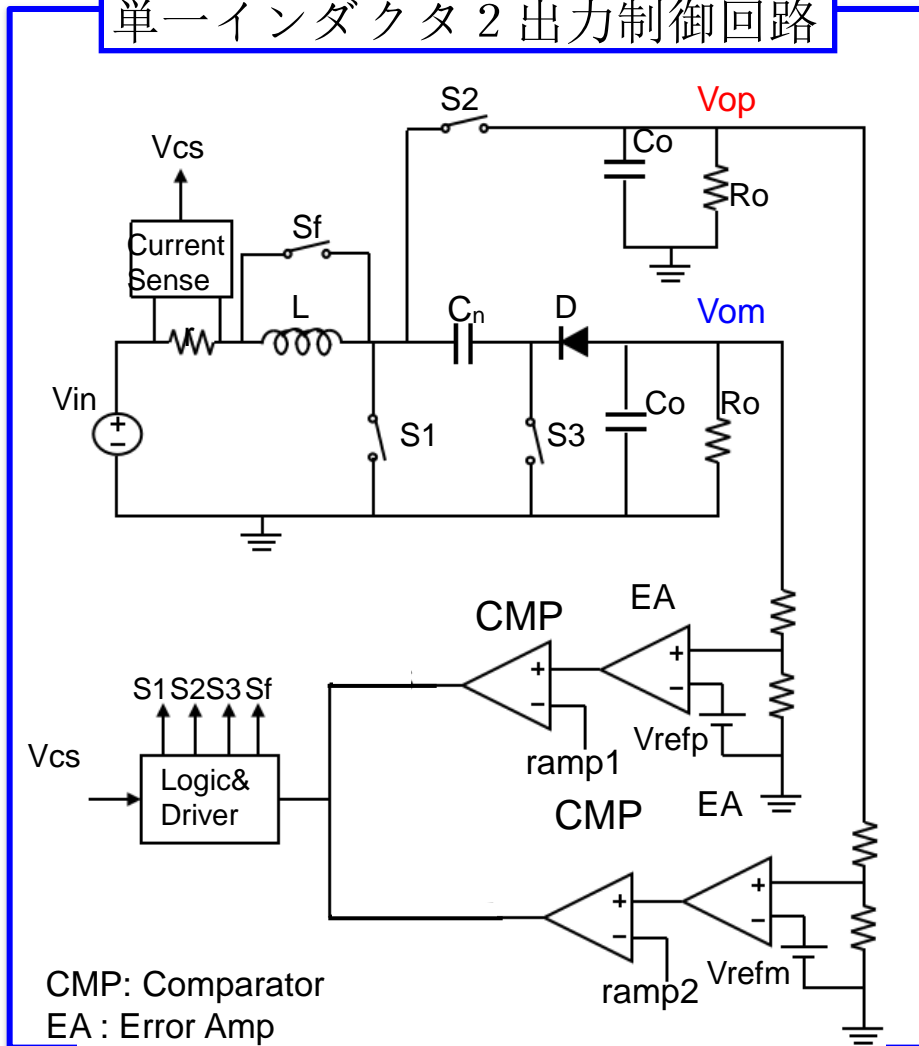
研究背景

携帯、大型機械はDC マルチ出力電源



従来のSIDO構成

単一インダクタ 2 出力制御回路



一制御周期、
CH1、CH2両方に電流供給

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
 - 追加部品が少ない
 - 安定化しやすい
 - 1周期、選択された一つの出力にのみ電流供給

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

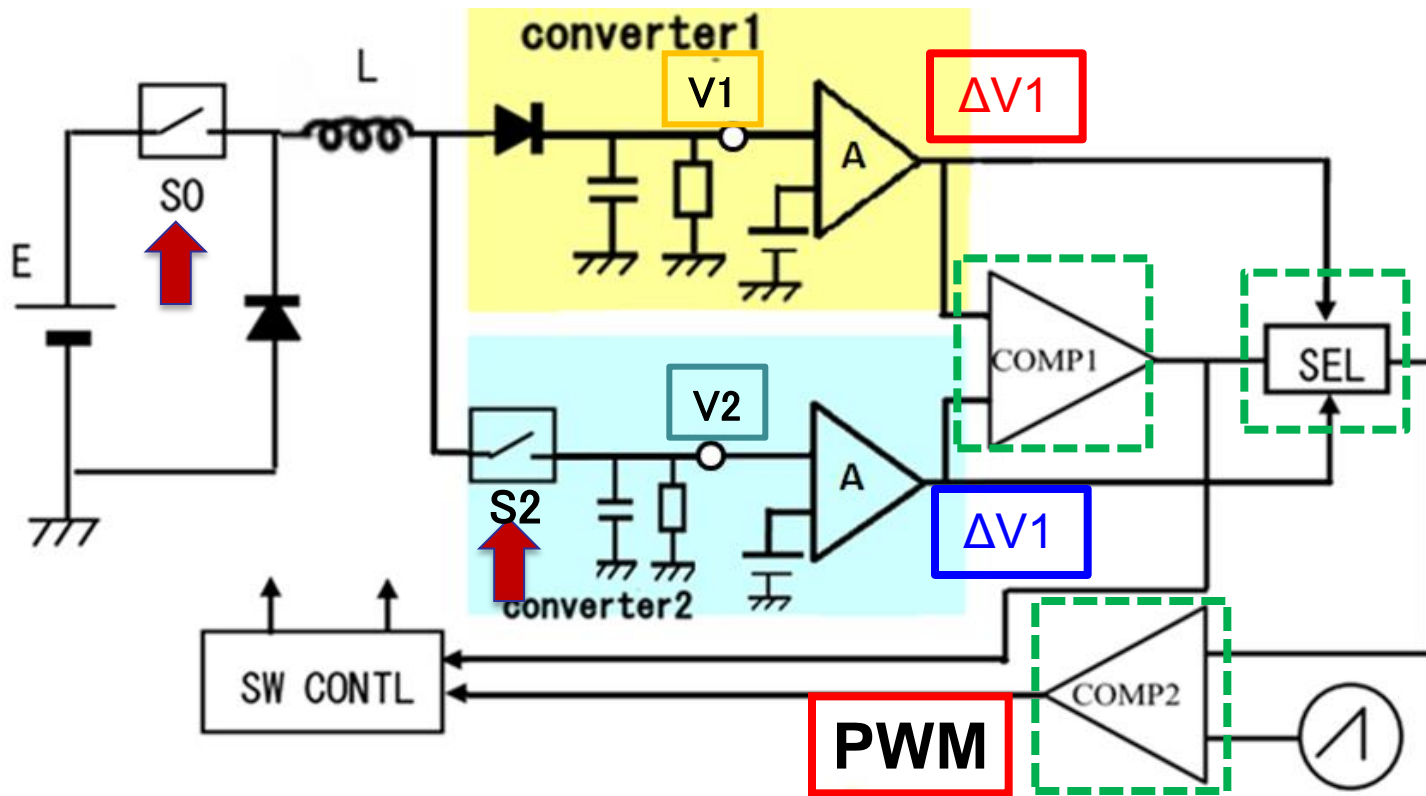
➤ 降/昇圧型SIDO電源の実装結果

➤ まとめ

降压型電源構成

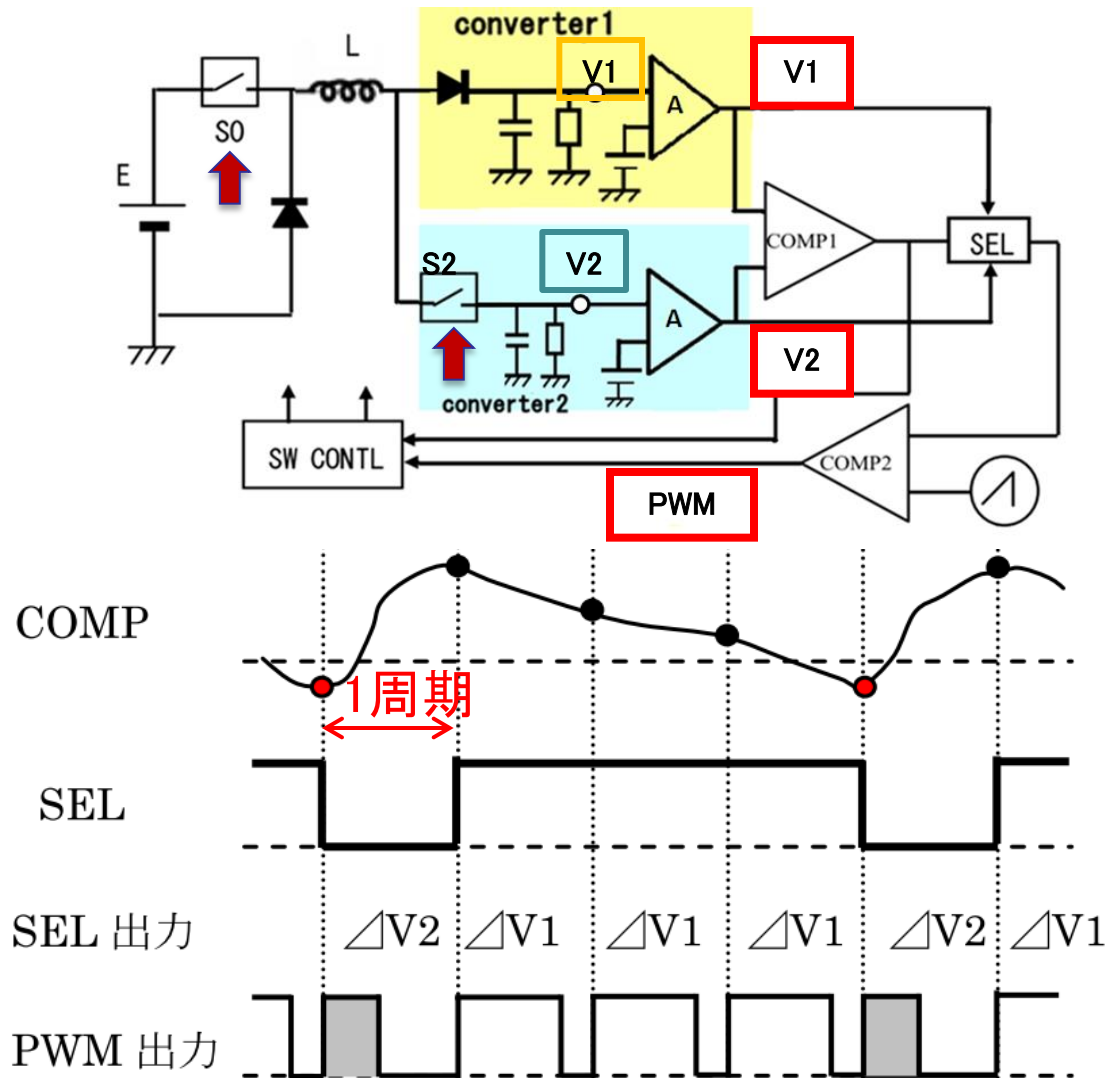
入力 出力
降压型 $E > V1, V2$

$$V_{ref1} > V_{ref2}$$



出力電圧降下
大きい方が
セレクトに選
択される

提案降压型SIDO動作波形



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

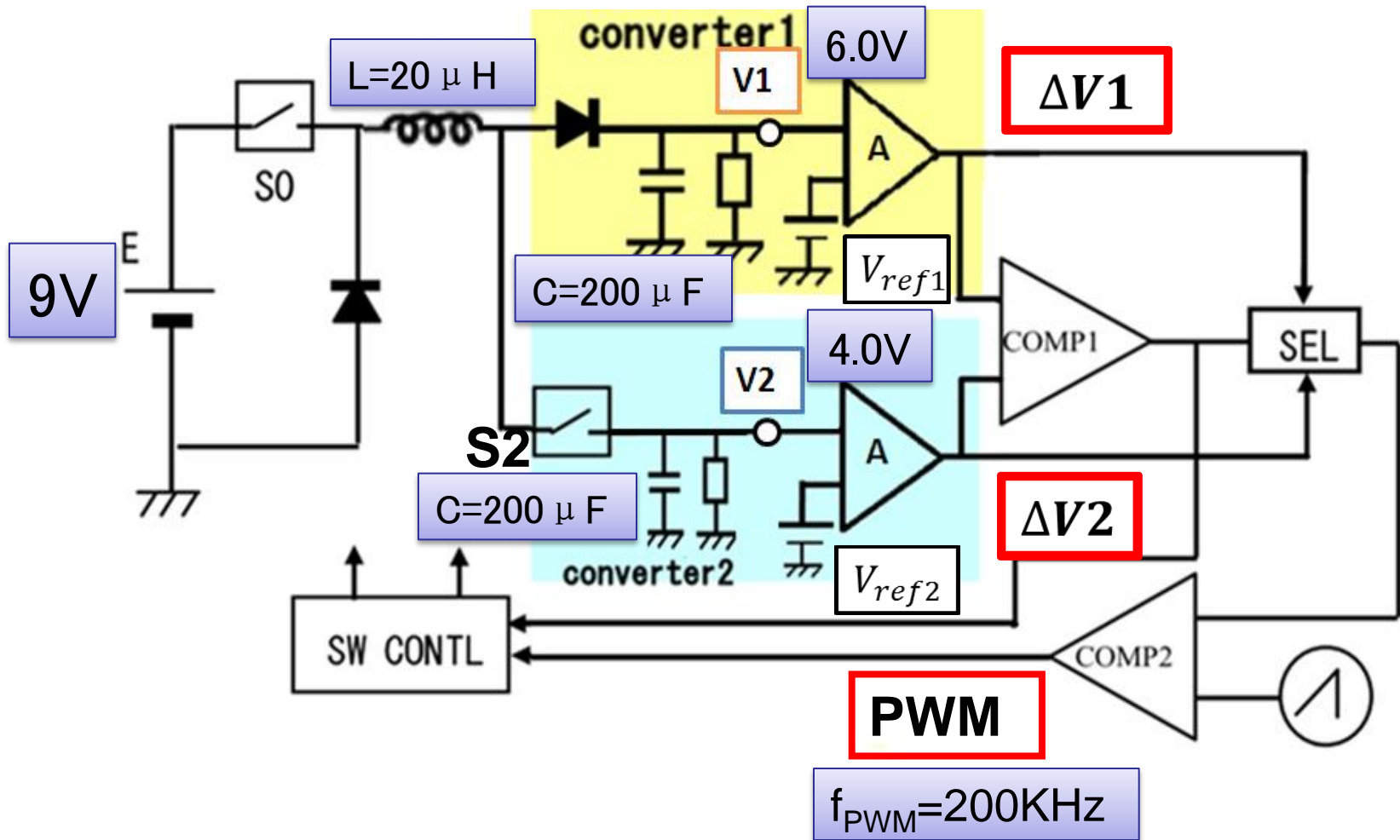
➤ 提案昇圧型SIDO電源

- 電源構成と基本動作
- シミュレーション結果

➤ 降/昇圧型SIDO電源の実装結果

➤ まとめ

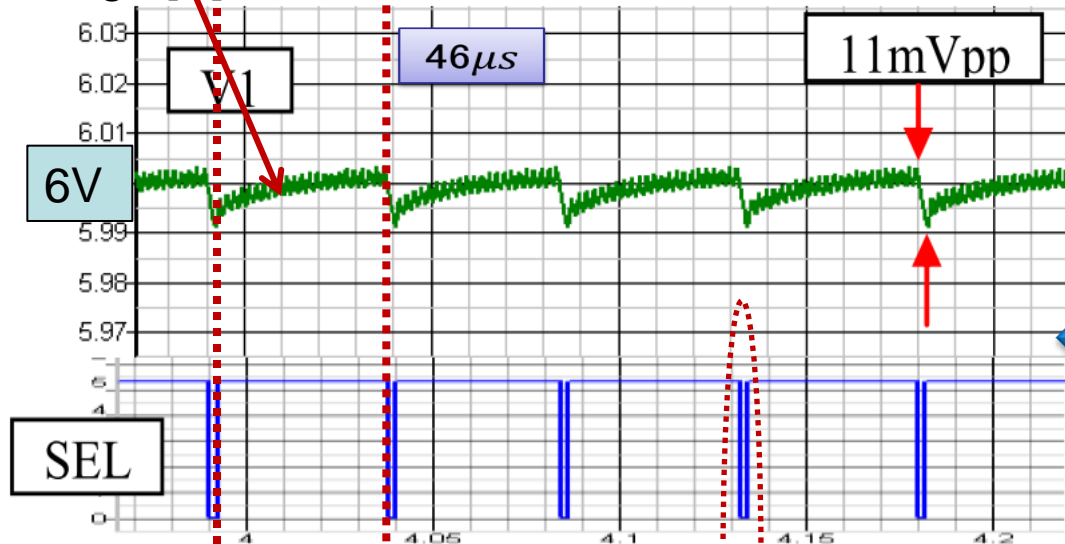
降圧型パラメータ



出力電圧リップル(ケース1)

SEL → High : V1

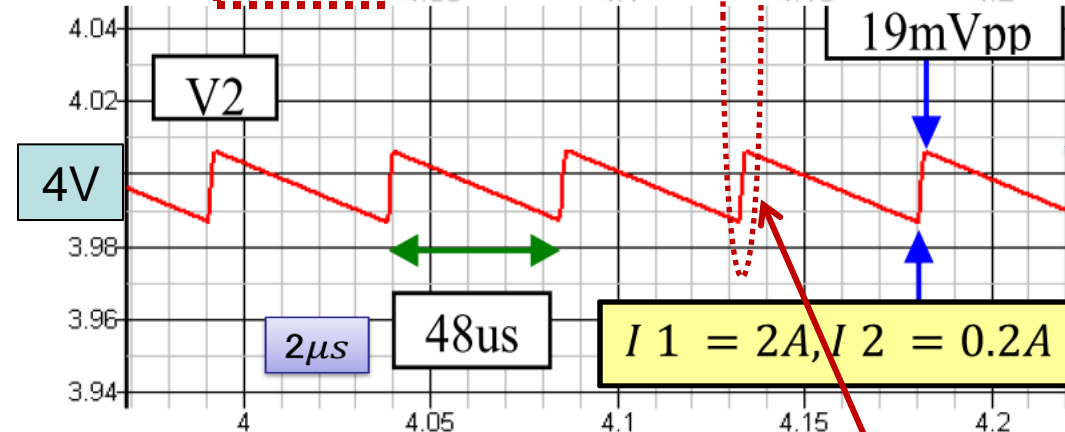
Voltage [V]



$$I_1 = 2A,$$

$$I_2 = 0.2A$$

$$\Delta V_1 = 11mV_{pp}$$



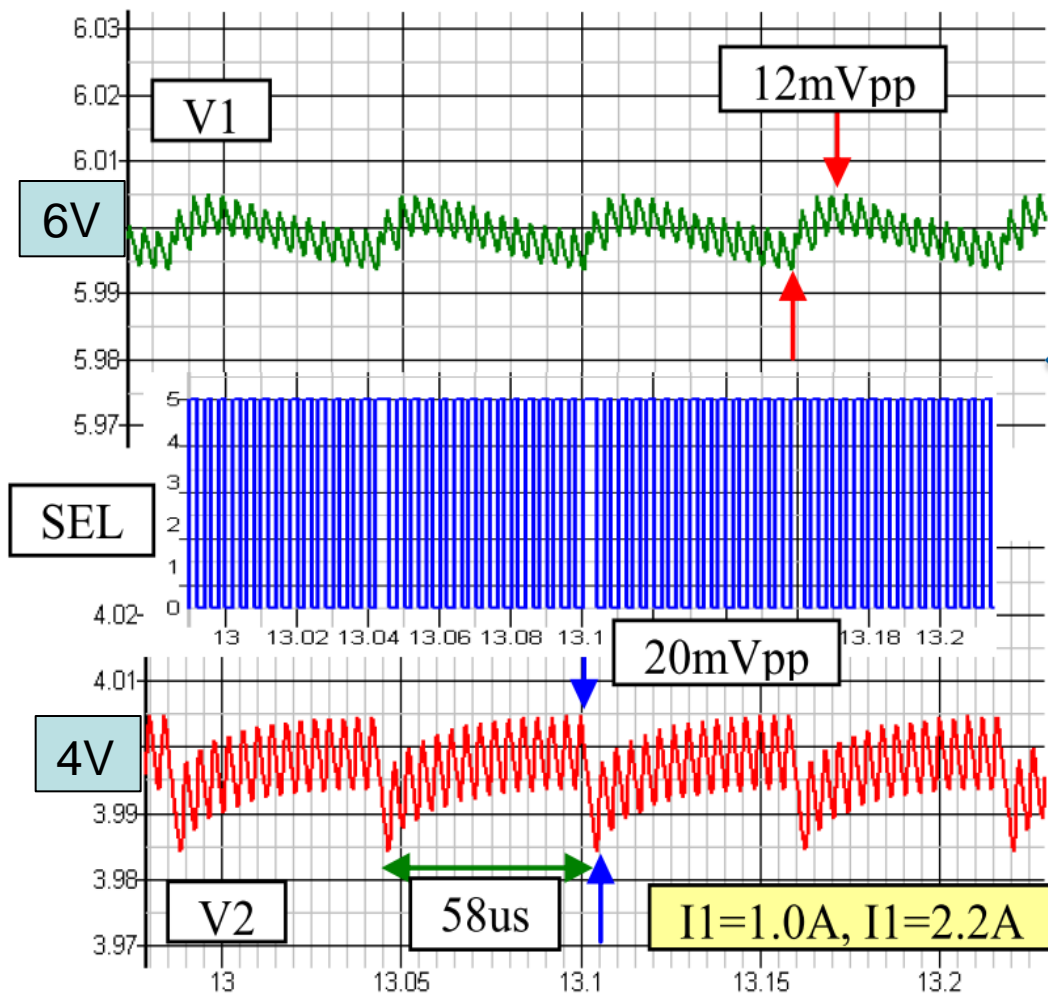
$$\Delta V_2 = 19mV_{pp}$$

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

SEL → Low : V2

出力電圧リップル(ケース2)

Voltage [V]



$$I_1 = 1A,$$

$$I_2 = 2.2A$$

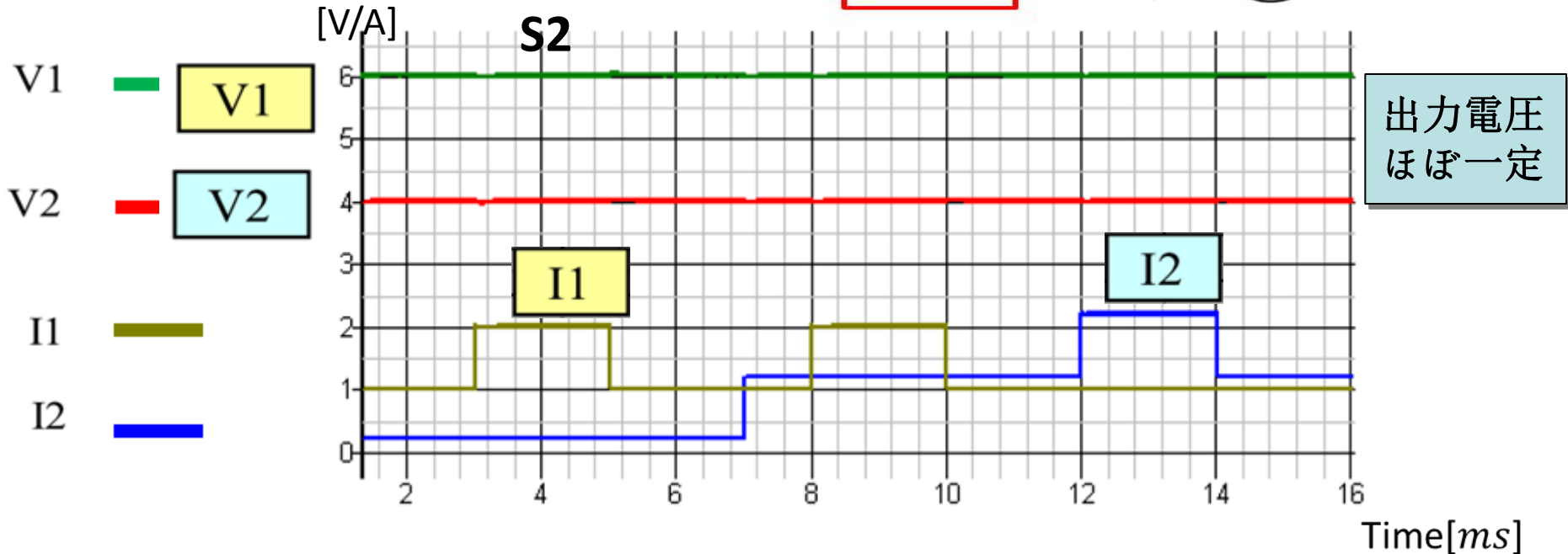
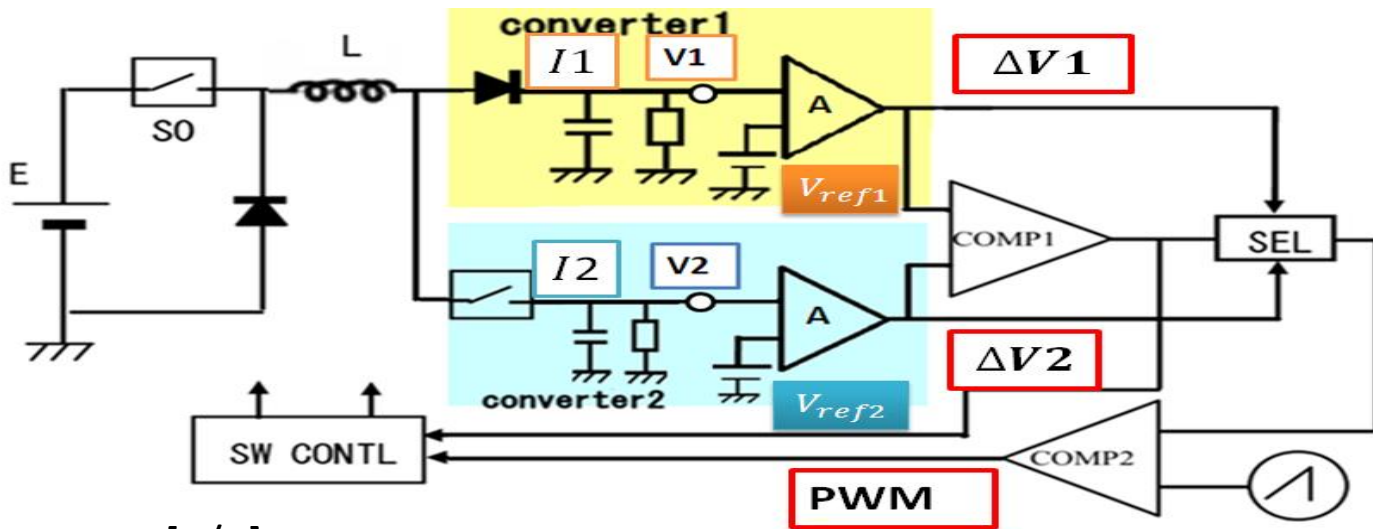
$$\Delta V_1 = 12mV_{pp}$$

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

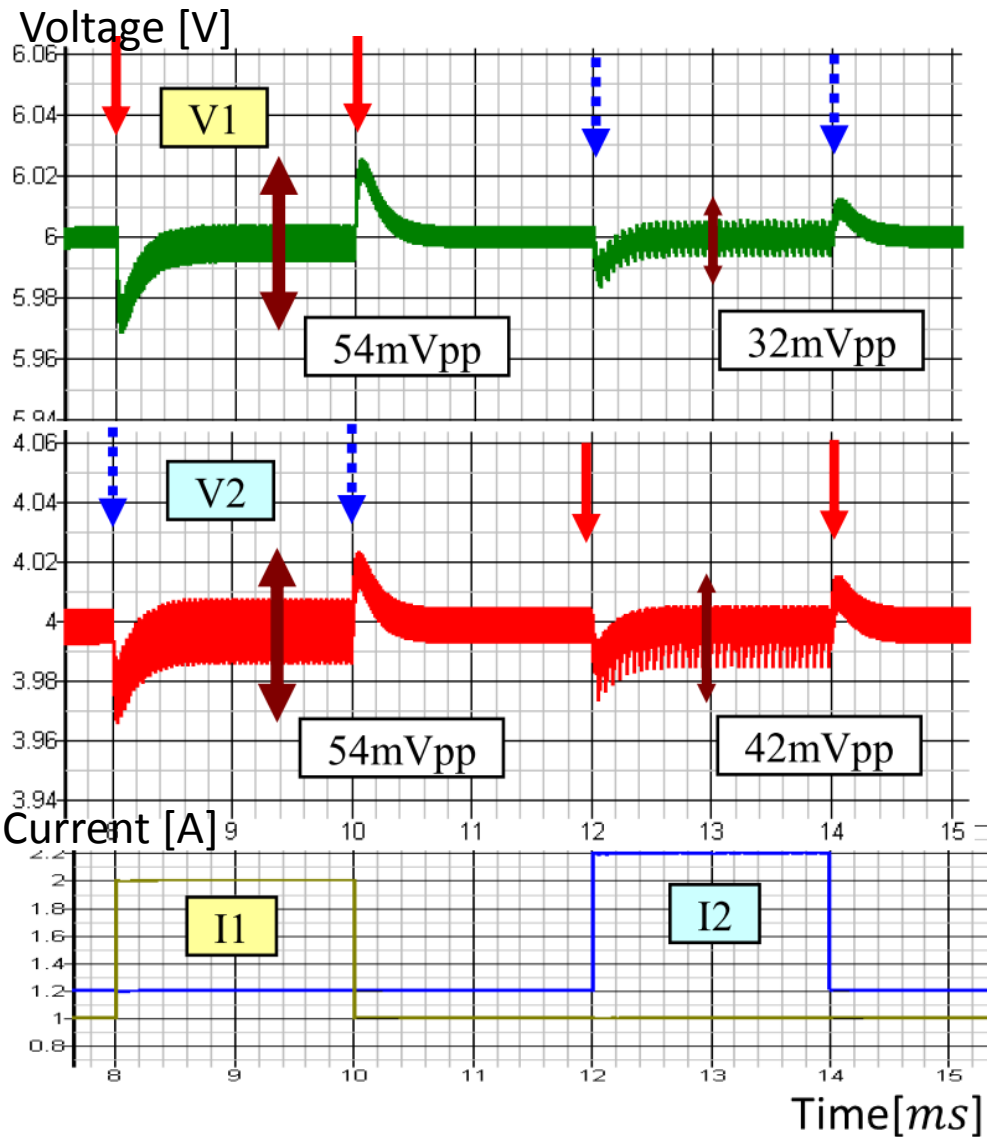
$$\Delta V_1, \Delta V_2 < 0.5\%V_o$$

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



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

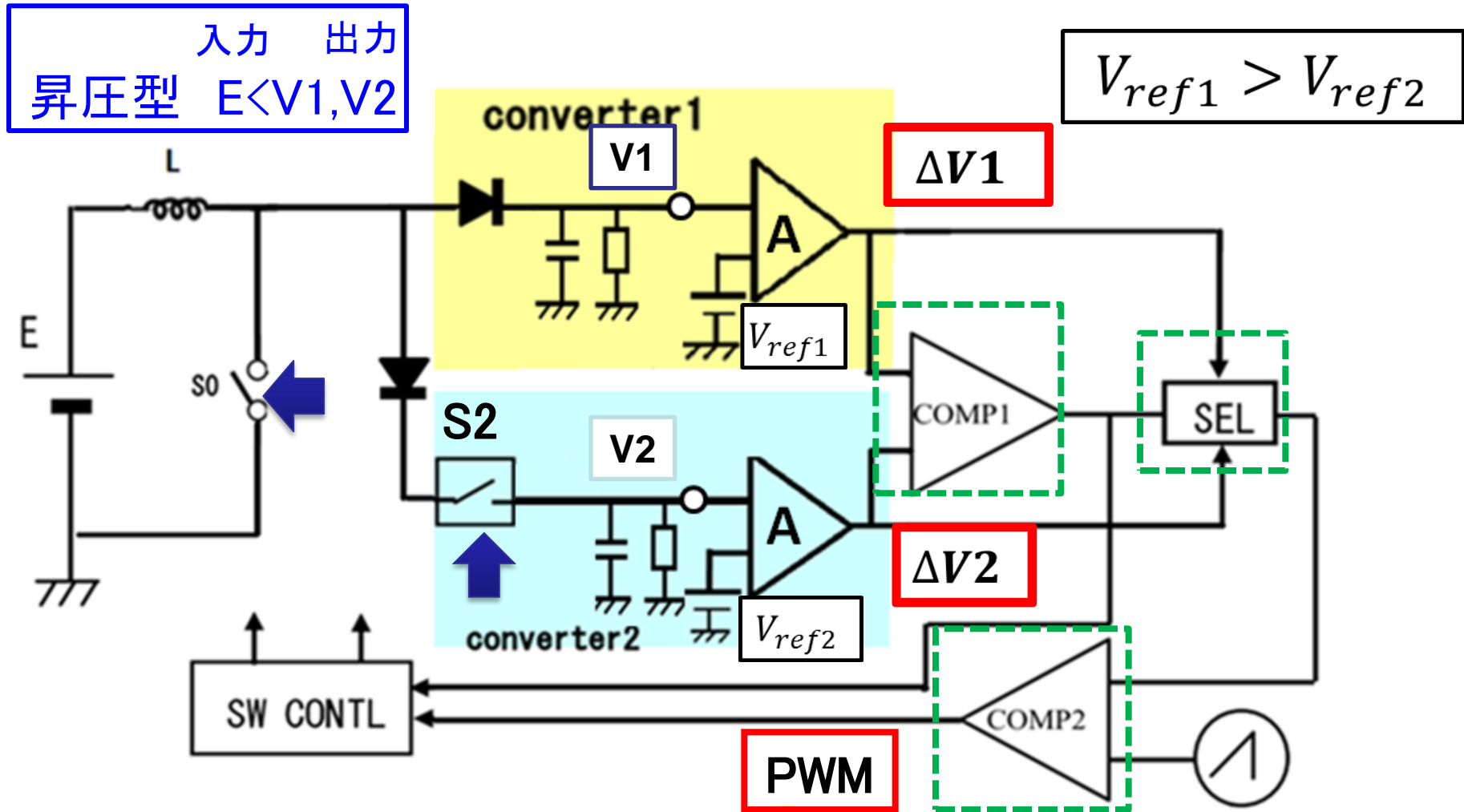
$$\Delta V_{CR}$$

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

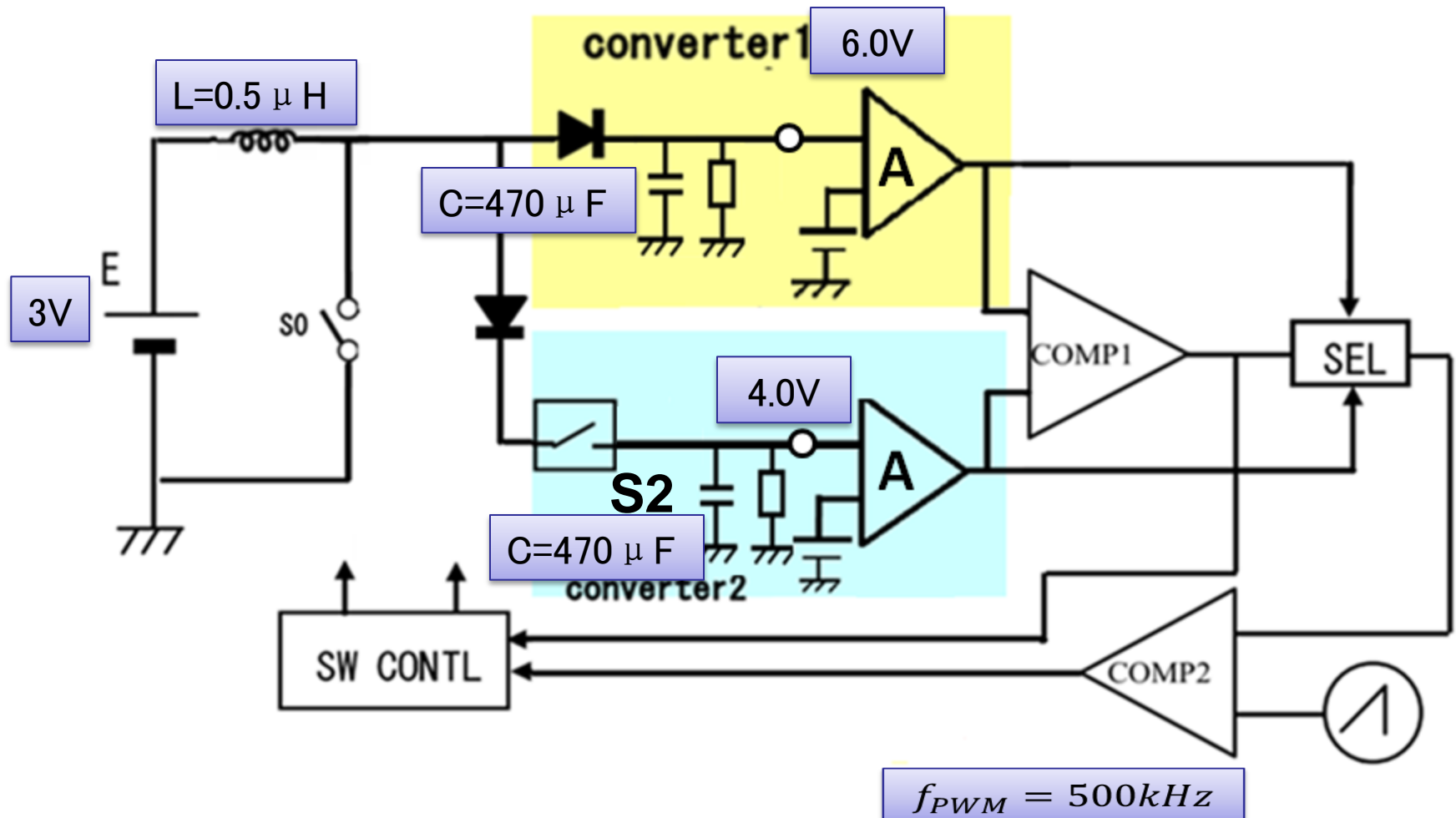
アウトライン

- 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/昇圧型SIDO電源の実装結果
- まとめ

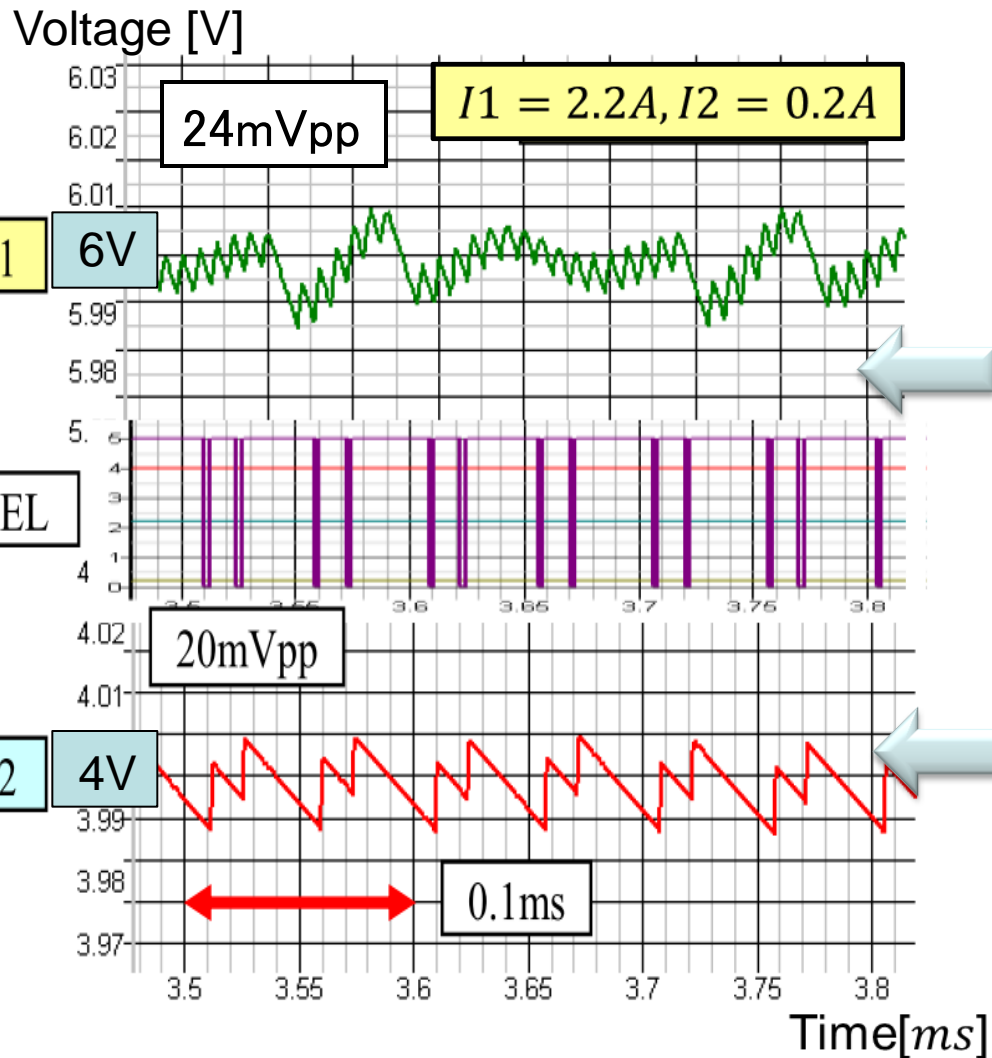
昇圧型電源構成と基本動作



昇圧型パラメータ



出力電圧リップル(ケース1)



$$I_1 = 2.2A,$$

$$I_2 = 0.2A$$

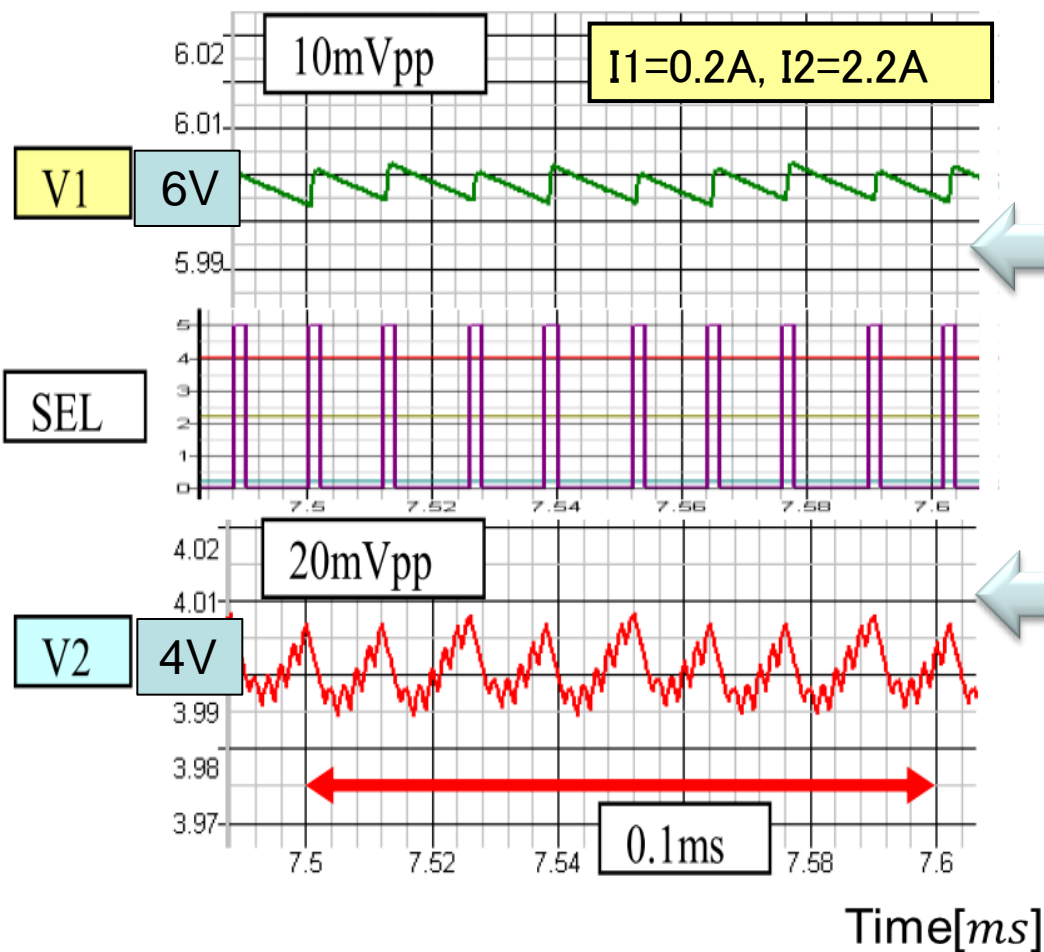
$$\Delta V_1 = 24mV_{pp}$$

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

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

出力電圧リップル(ケース2)

Voltage [V]



$$I_1 = 0.2A,$$

$$I_2 = 2.2A$$

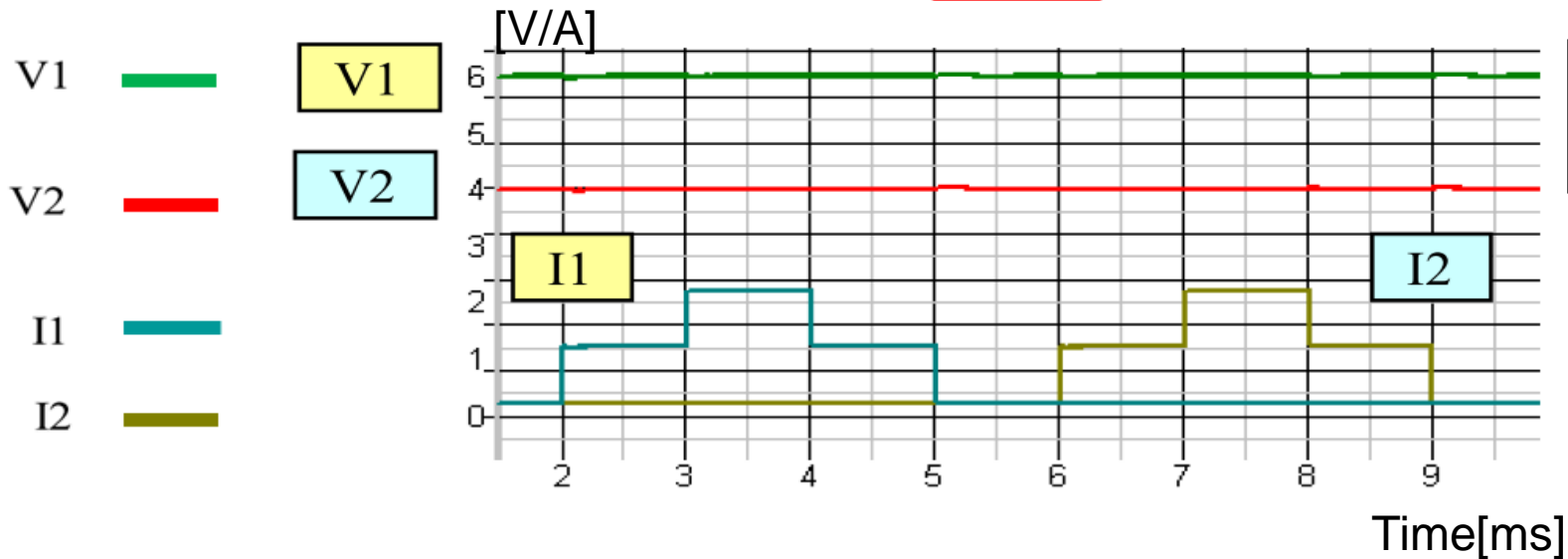
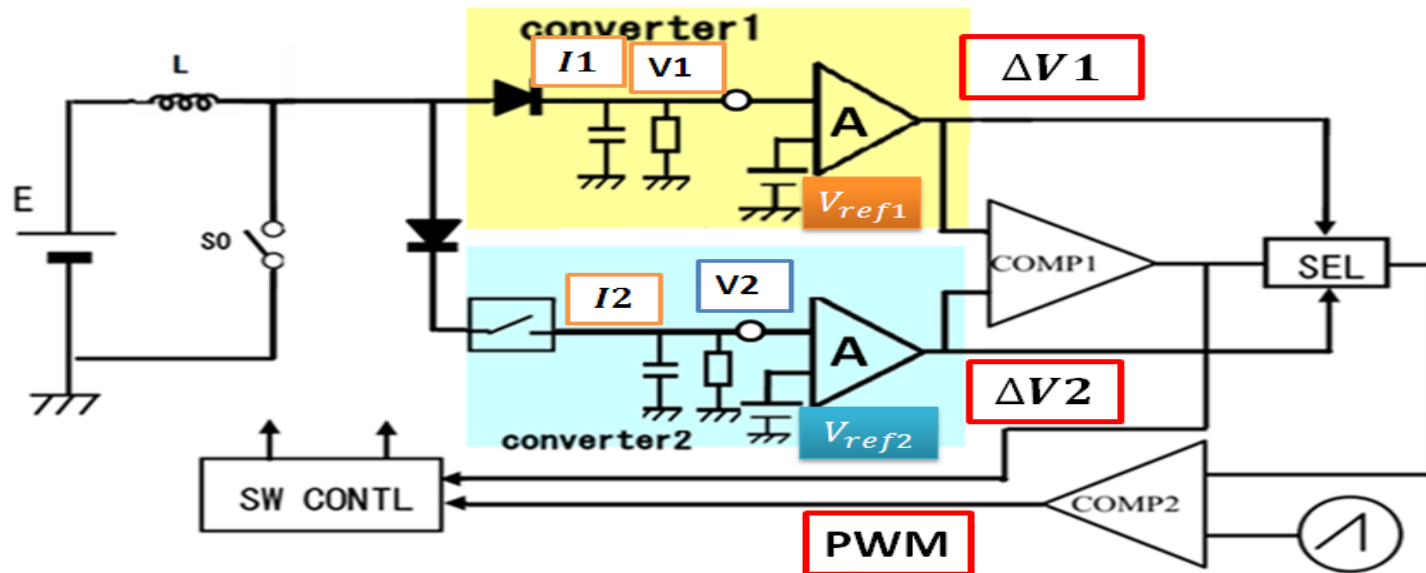
$$\Delta V_1 = 10mV_{pp}$$

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

$$\Delta V_1, \Delta V_2$$

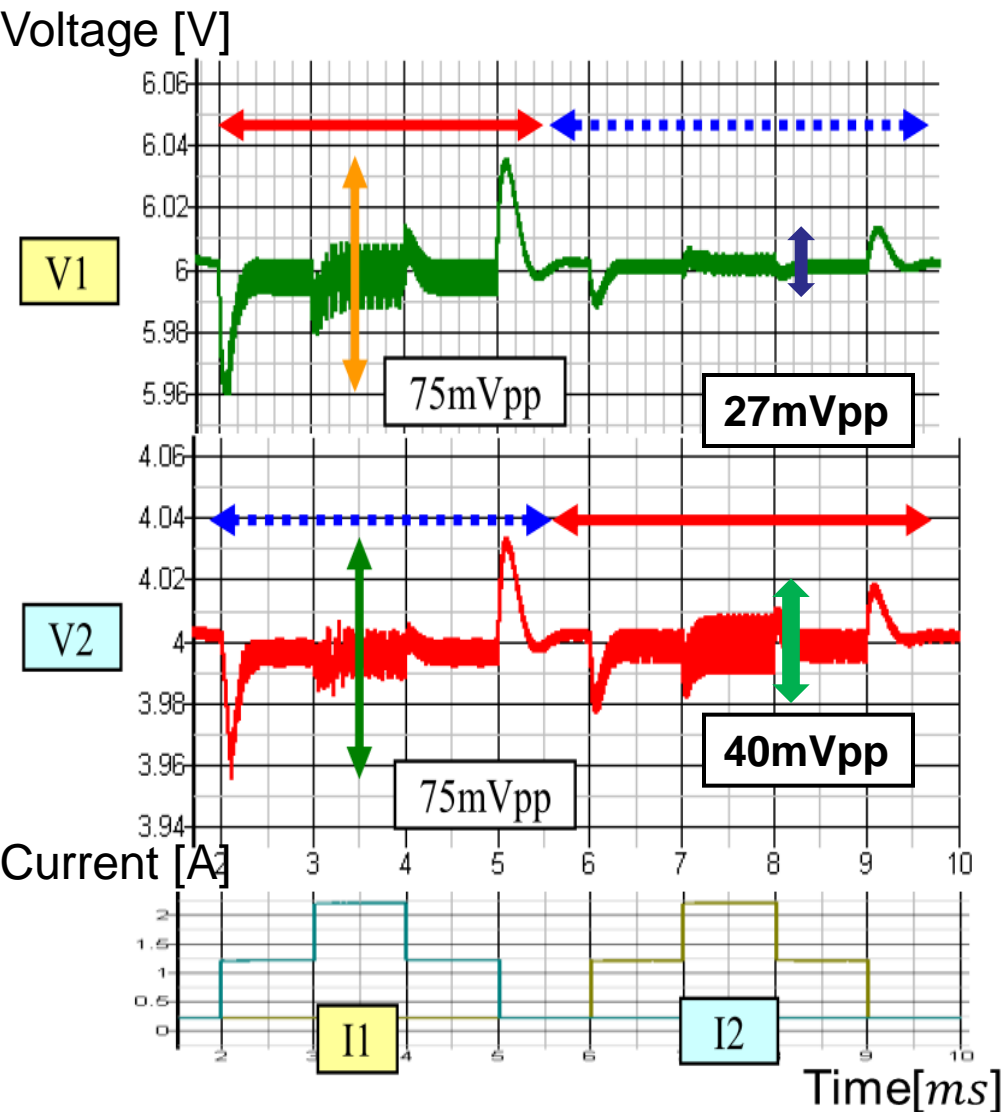
$$< 0.4\%V_o$$

負荷変動シミュレーション結果



出力電圧
ほぼ一定

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

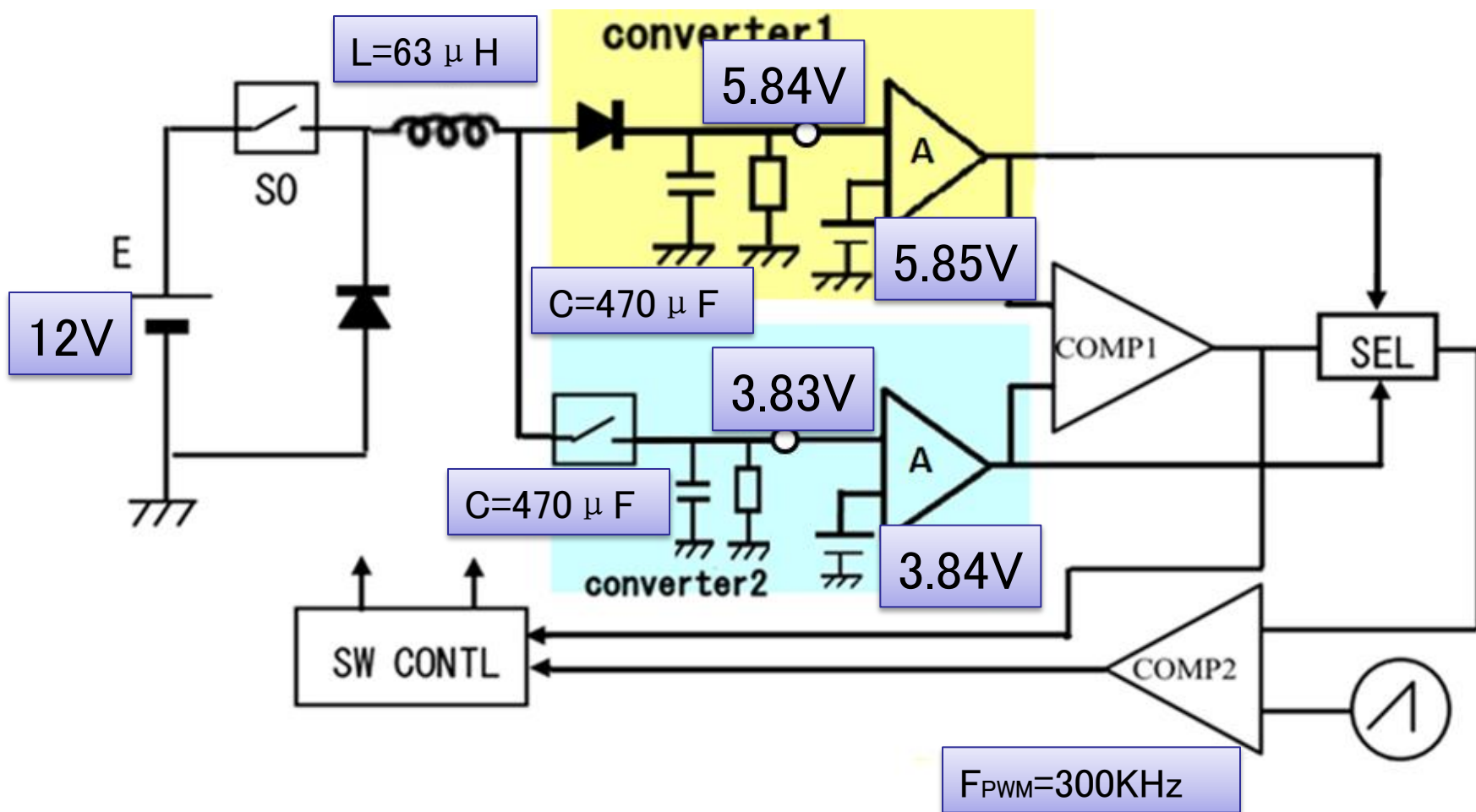
$$\Delta V_{CR}$$

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

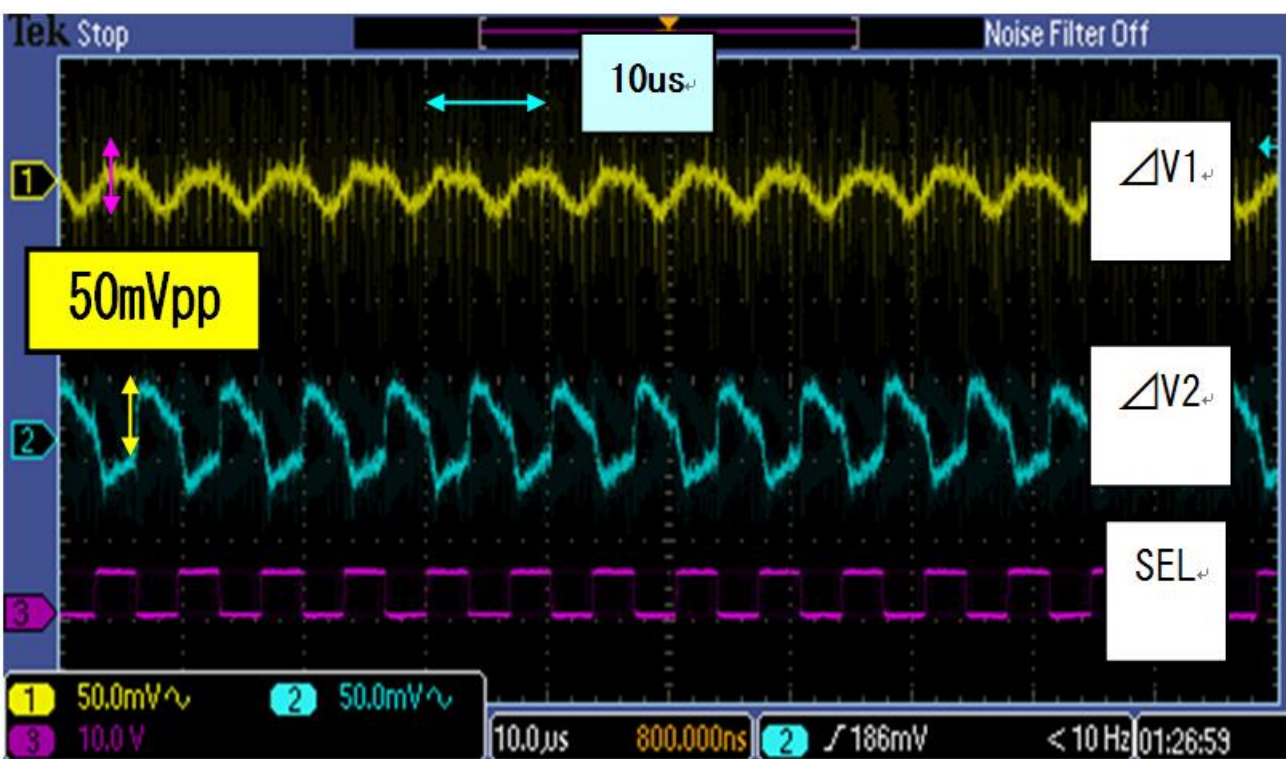
アウトライン

- 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/昇圧型SIDO電源の実装結果**
- まとめ

降圧型実装パラメータ



定常リップル(ケース1)



シミュレーション結果とほぼ同じ

$$V1=5.84V$$

$$V2=3.83V$$

$$I1=1.12A$$

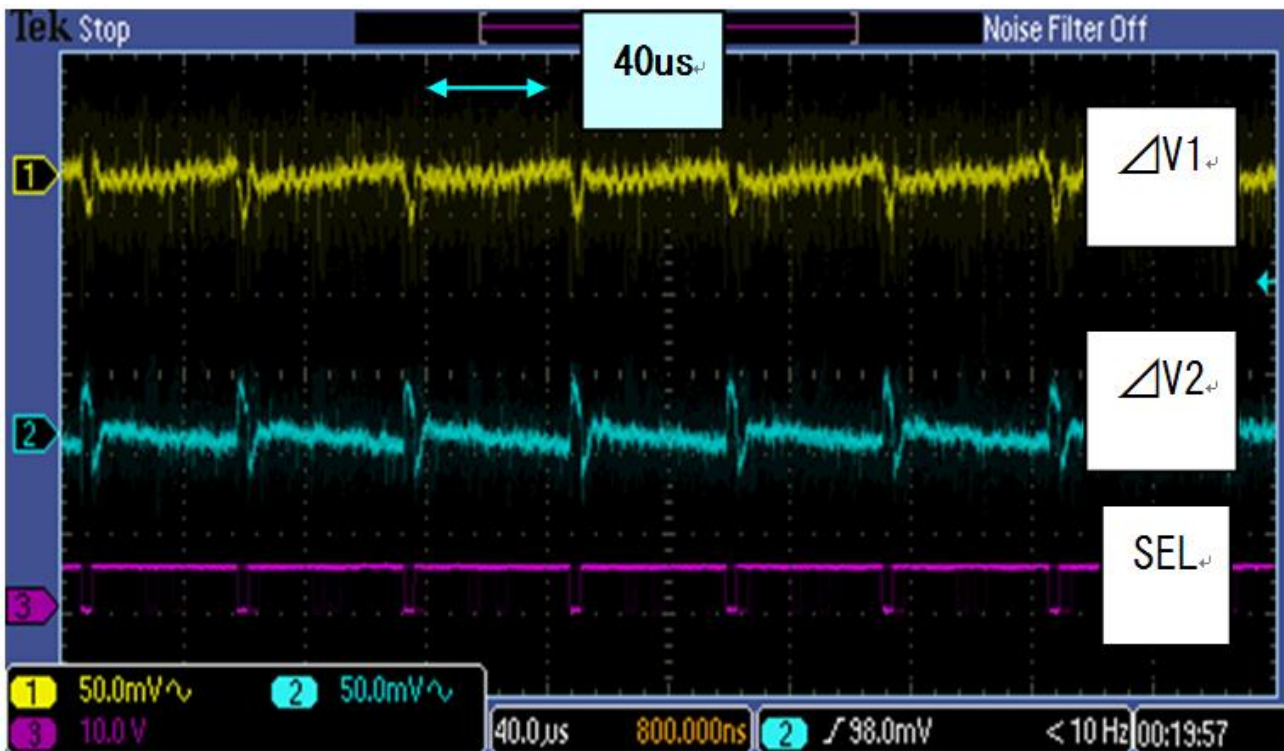
$$I2=0.74A$$

$$D_{SEL}=0.5$$

$$\Delta V1 \doteq 35mV$$

$$\Delta V2 \doteq 70mV$$

定常リップル(ケース2)



シミュレーション結果とほぼ同じ

$$V1=5.84V$$

$$V2=3.83V$$

$$I1=1.12A$$

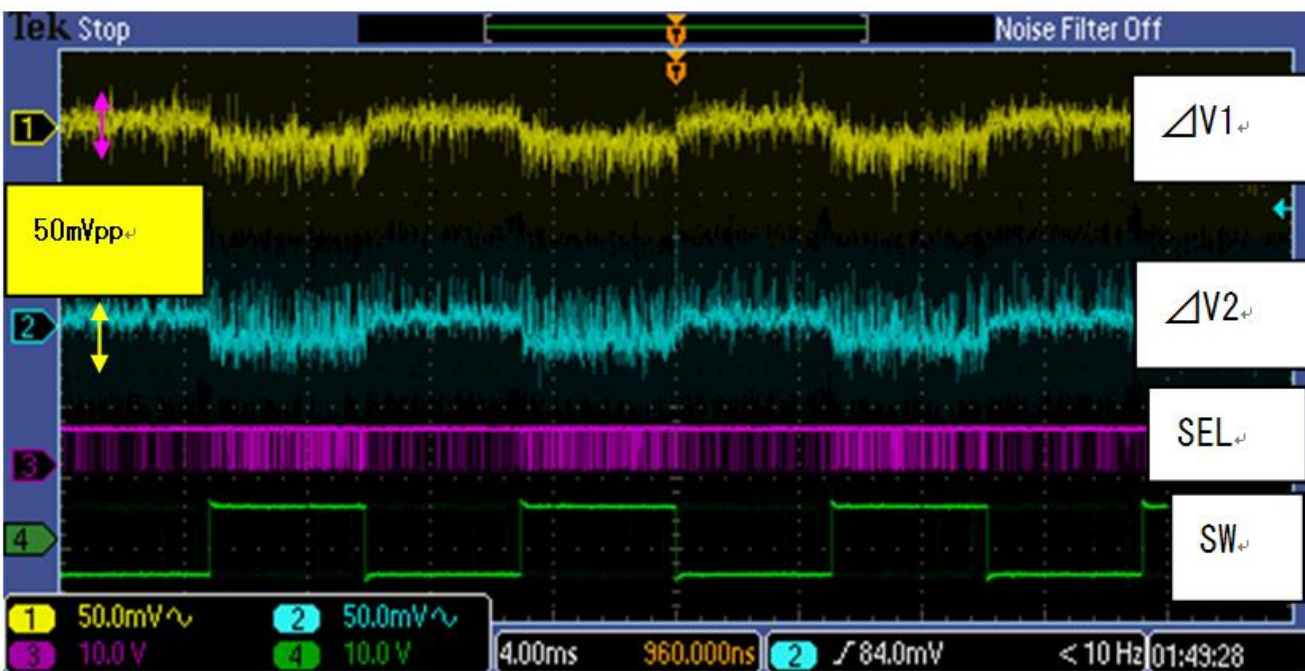
$$I2=0.12A$$

$$D_{SEL}=0.9$$

$$\Delta V1 \doteq 35mV$$

$$\Delta V2 \doteq 60mV$$

負荷変動時レギュレーション特性

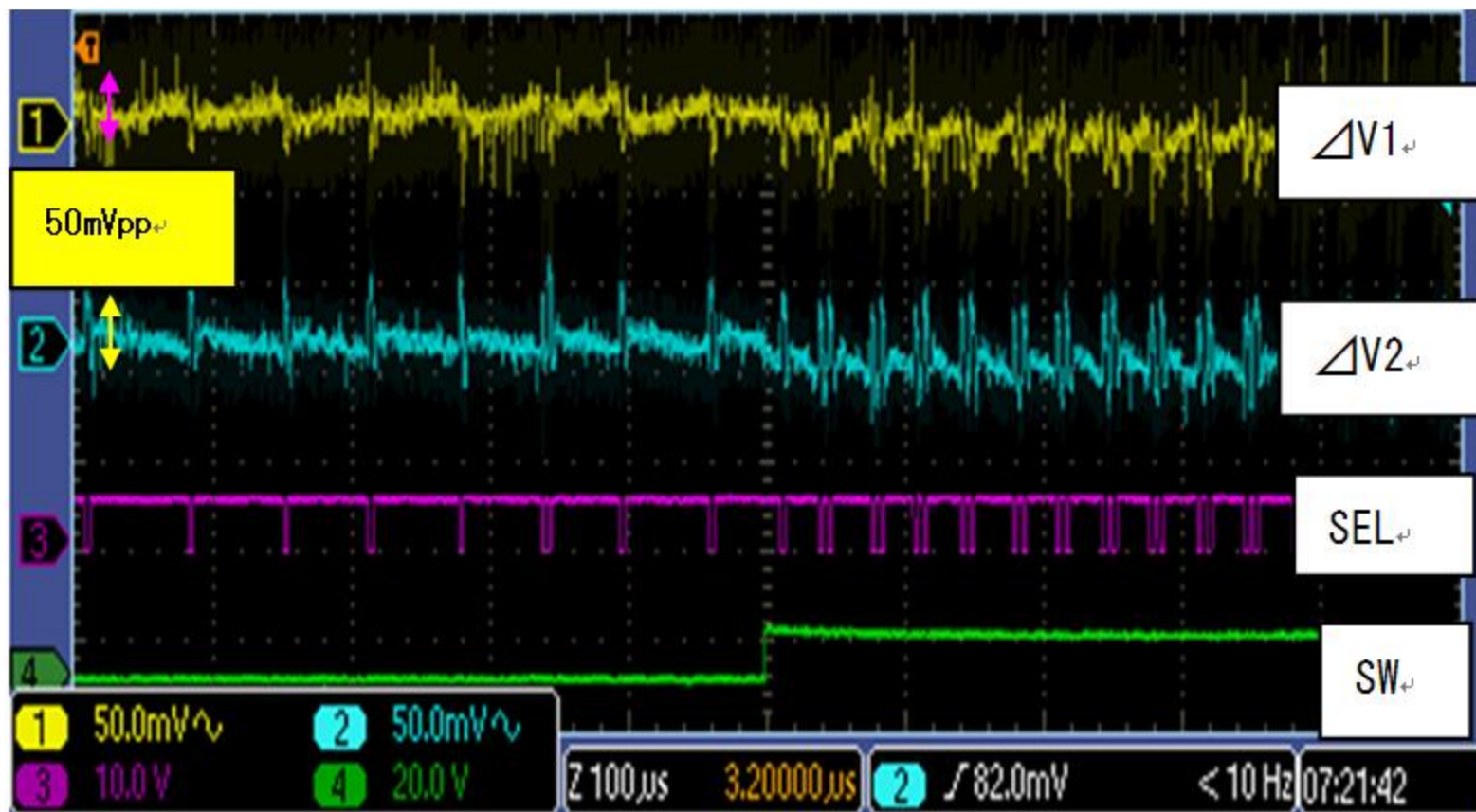


$$I1 = 1.12A$$

$$I2 = 0.12 \Rightarrow 0.37A$$

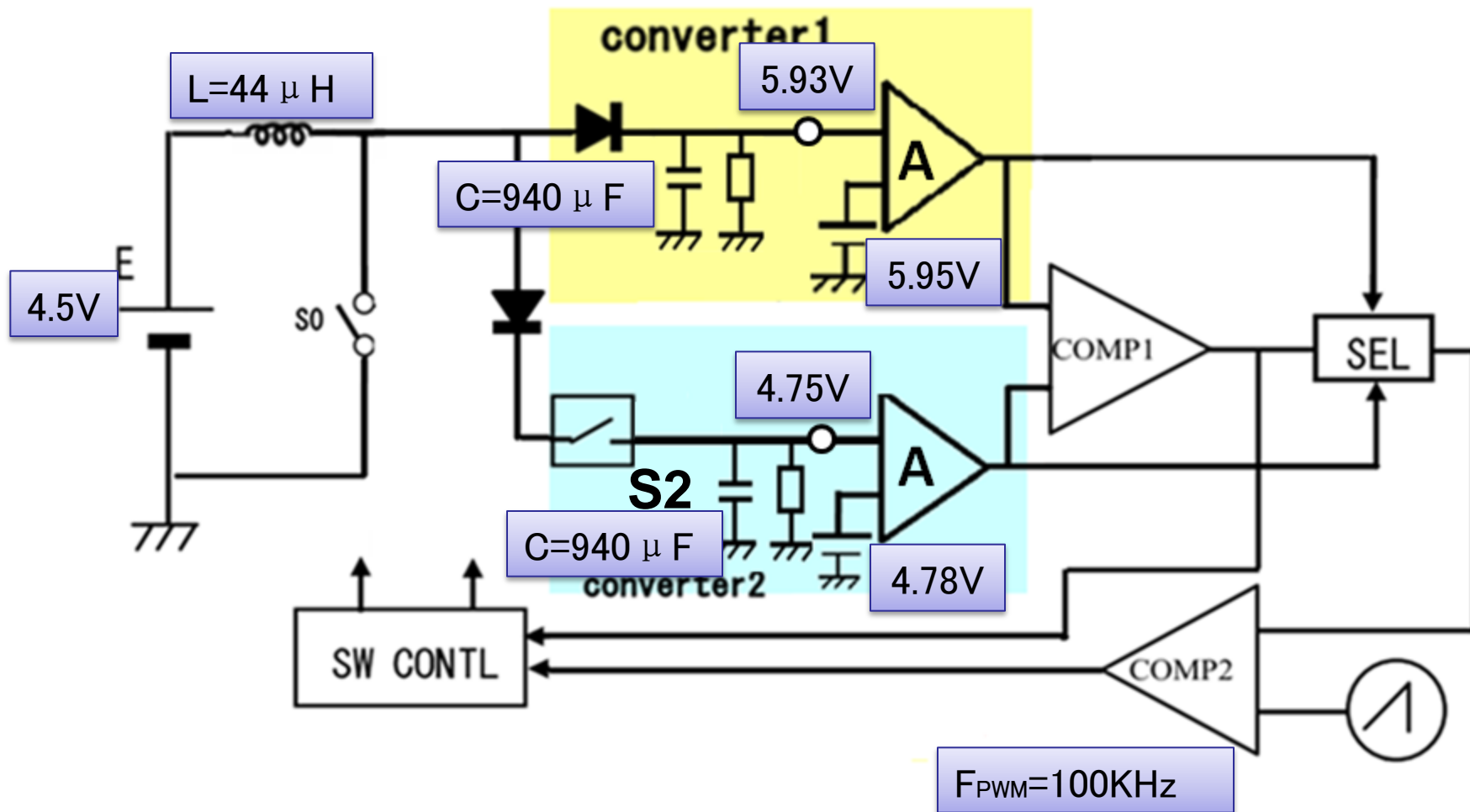
シミュレーション結果とほぼ同じ

負荷変動時レギュレーション特性

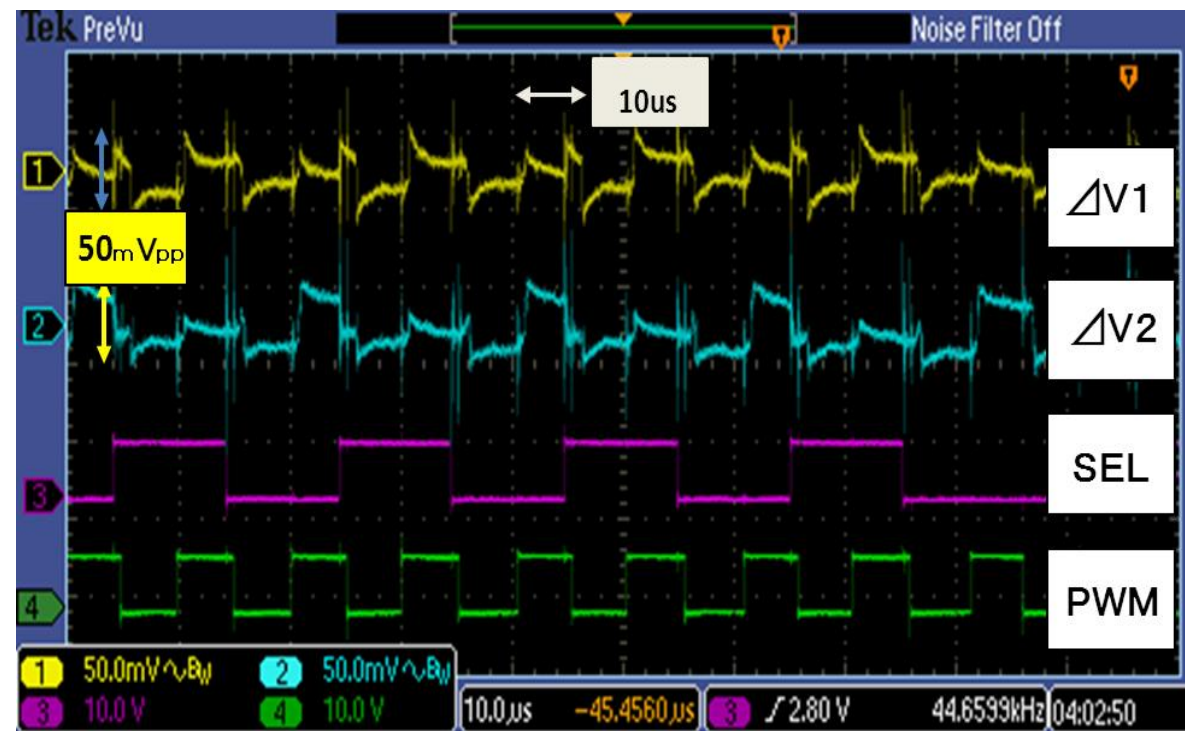


拡大図 実装負荷変動時レギュレーション特性

昇圧型実装パラメータ



定常リップル



シミュレーション結果とほぼ同じ

$$V1=5.93V$$

$$V2=4.75V$$

$$I1=0.27A$$

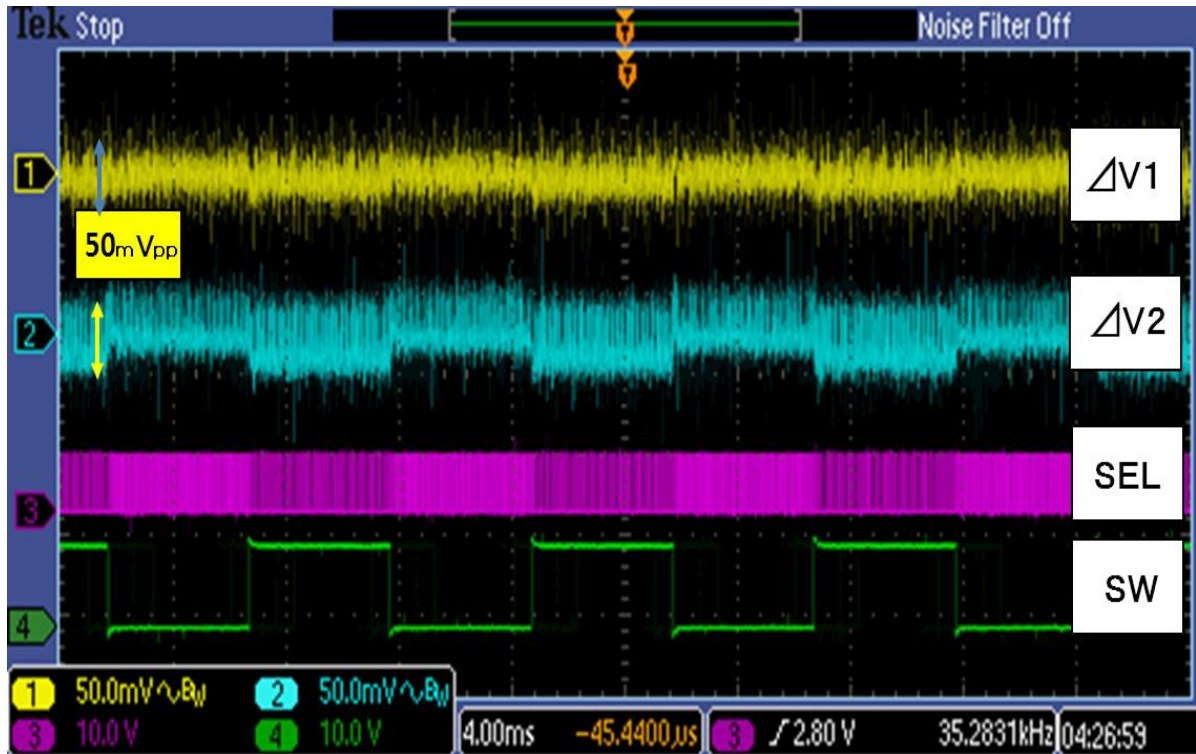
$$I2=0.22A$$

$$D_{SEL}=0.5$$

$$\Delta V1 \doteq 60mV$$

$$\Delta V2 \doteq 80mV$$

負荷変動時レギュレーション特性

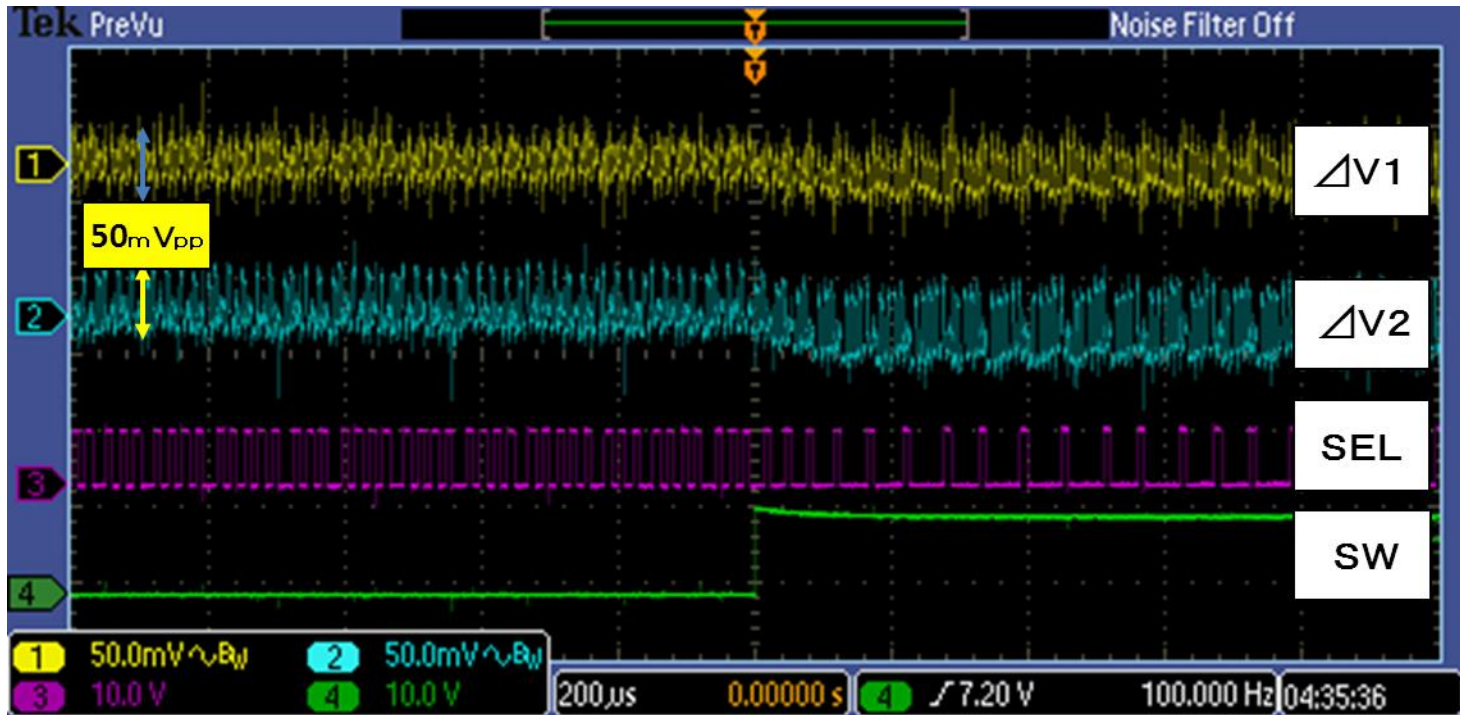


$$I1 = 0.27A$$

$$I2 = 0.22 \Rightarrow 0.36A$$

シミュレーション結果とほぼ同じ

負荷変動時レギュレーション特性



拡大図 実装負荷変動時レギュレーション特性

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/昇圧型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