電解コンデンサレス･フリッカ補正型
AC-DC ダイレクトLED駆動回路

小林研究室
修士2年　権力

2014.3.4

目　次

１．研究背景と目的
２．電流充放電型リプル制御方式
　A）基本制御回路
　B）フィードバック制御
３．電圧谷埋め補正回路
　A）基本補正方式
　B）各種リプル低減方法
４．提案新電流充放電型リプル制御方式
５．まとめ＆今後の課題

1. 研究背景と目的

白熱灯
蛍光灯

省電力化
長寿命化
→

高輝度LED
電解コンデンサレス

従来手法

駆動回路
- 電解コンデンサ有 → LEDドライバ寿命短い
- 電解コンデンサ無 → 光不安定、ちらつく

小容量
コンデンサ
→
電圧リプル：大
電流リプル：フリッカ発生

1. 研究背景と目的

小容量コンデンサ

↓

どうすれば？

↓ リプル抑える

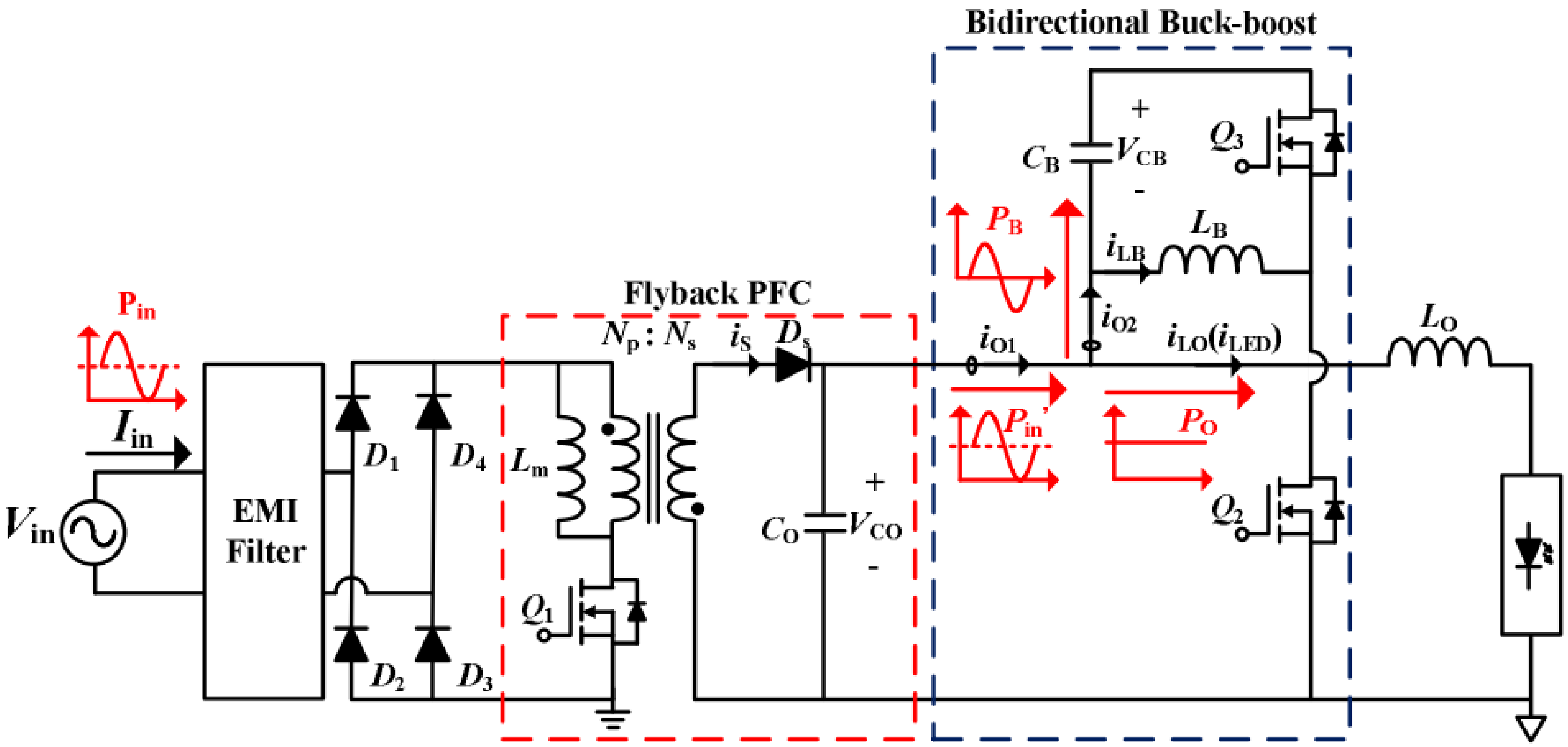
- 電流充放電型リプル制御方式
- 新電圧谷埋め補正方式

目　次

１. 研究背景と目的
２. 電流充放電型リプル制御方式
A) 基本制御回路
B) フィードバック制御
３. 電圧谷埋め補正回路
A) 基本補正方式
B) 各種リプル低減方法
４. 提案新電流充放電型リプル制御方式
５. まとめ＆今後の課題

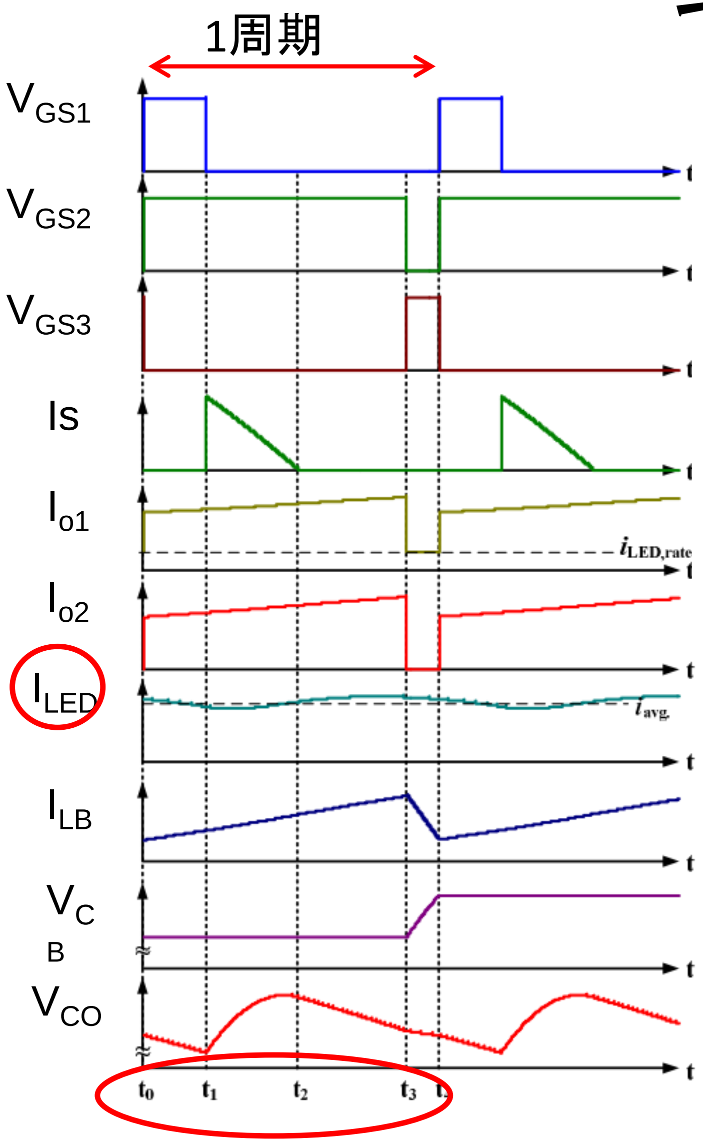
2．電流充放電型リプル制御方式

A）基本制御回路（参考文献）

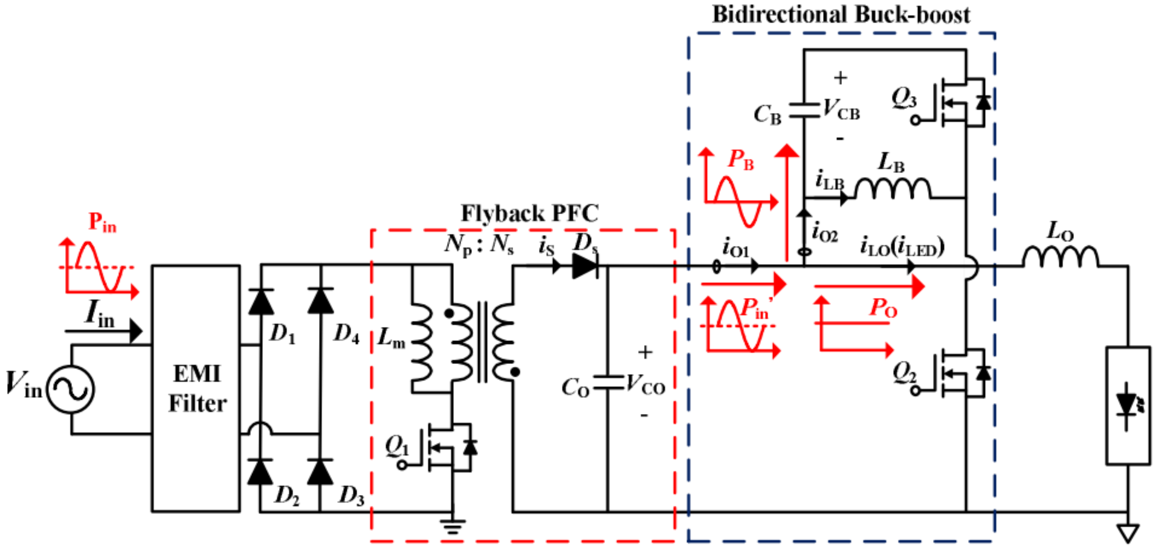


参考文献：K. Lee , Y. Hsieh and T. Liang , “A Current Ripple Cancellation Circuit for Electrolytic Capacitor-less AC-DC LED Driver” IEEE Trans. on Power Electron., vol.978, no.1 Aug.2013

動作波形



動作波形



Mode1 : t0～t1　Q1,Q2 ON　 Q3 OFF

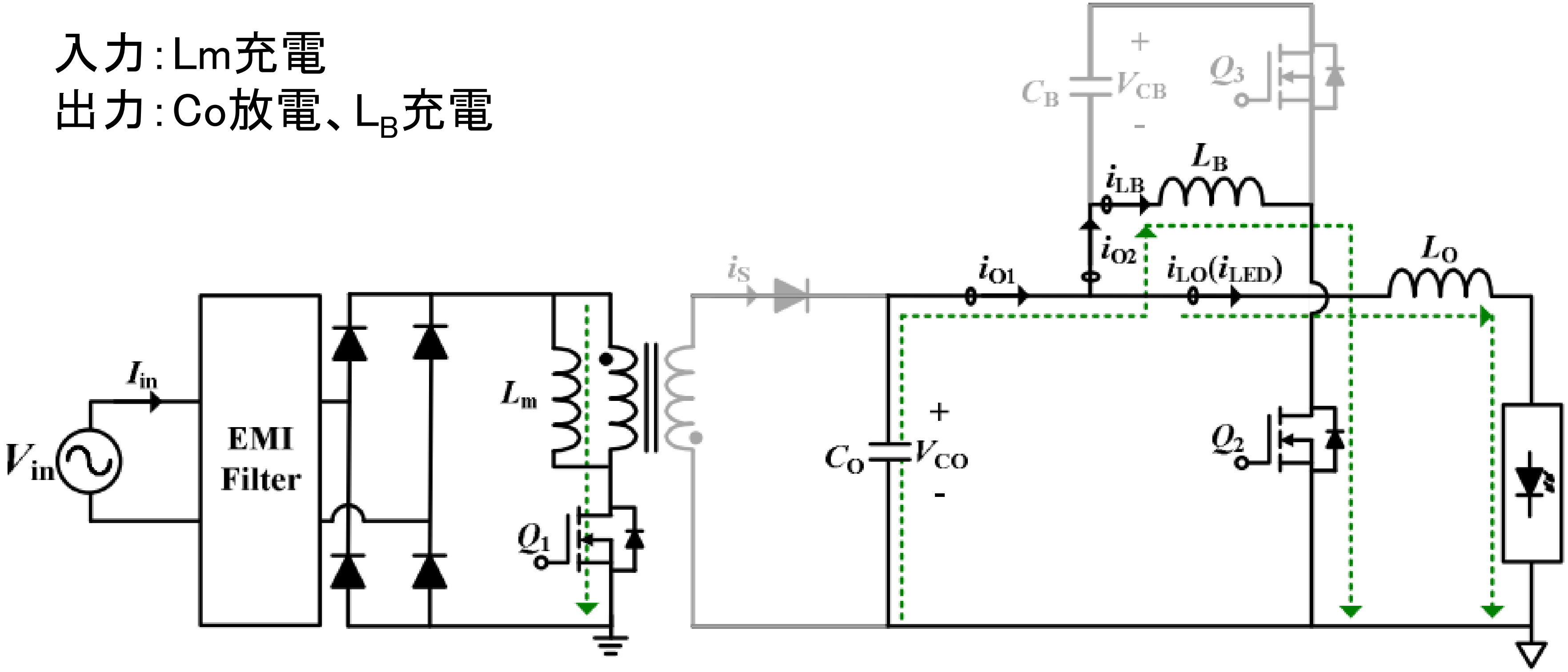
Mode2 : t1～t2　Q2 ON　 Q1,Q3 OFF

Mode3 : t2～t3　Q2 ON　Q1, Q3 OFF

Mode4 : t3～t4　Q3 ON　Q1,Q2 OFF

回路動作1

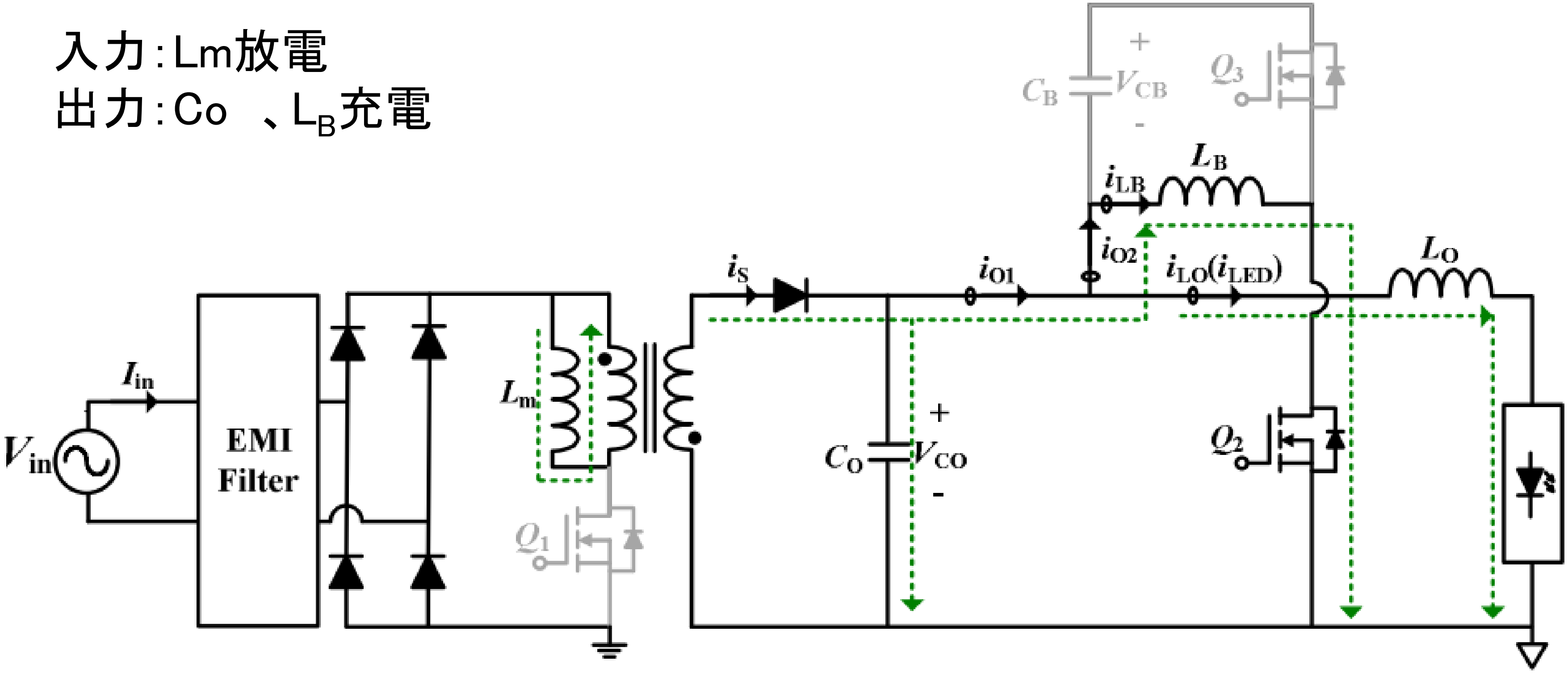
入力：Lm充電
出力：Co放電、L_B充電



Mode1 : t0〜t1　Q1,Q2 ON　Q3 OFF

回路動作2

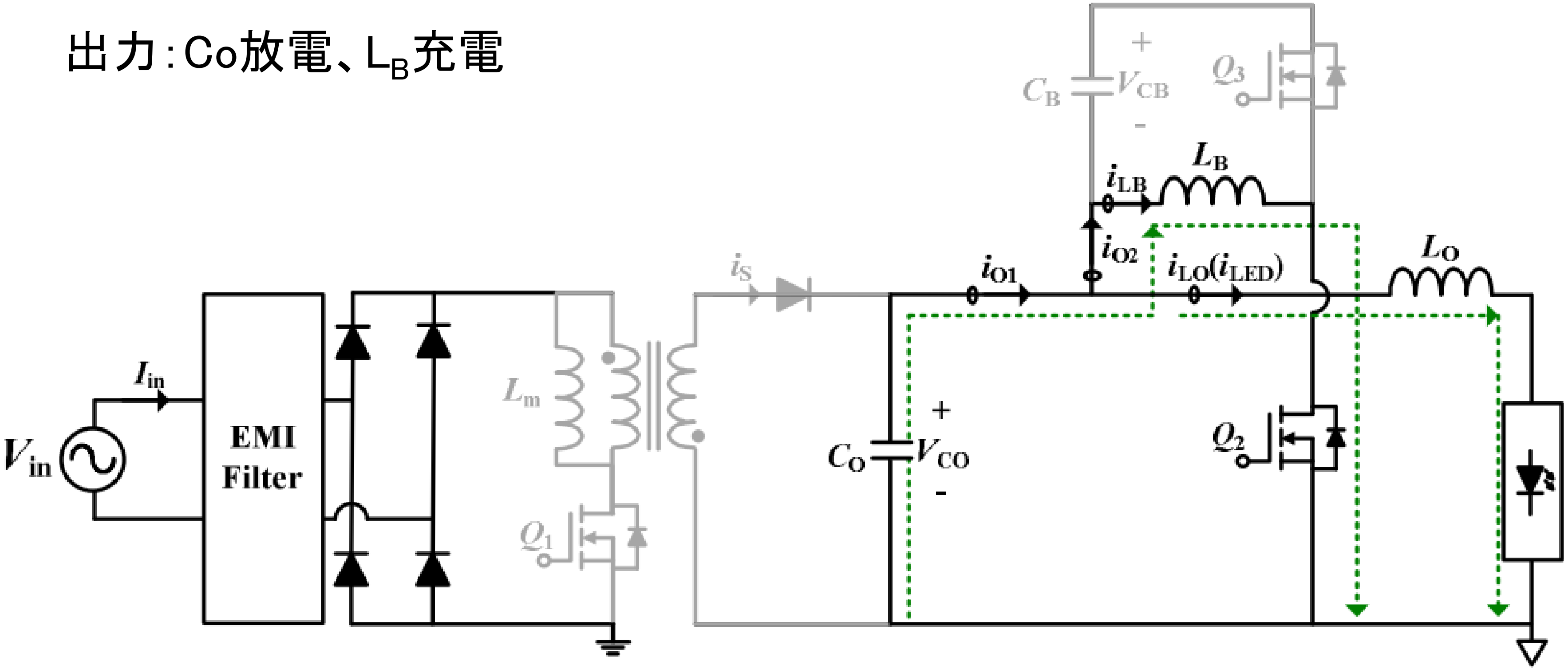
入力：Lm放電
出力：Co　、L_B充電



Mode2 : t1～t2　Q2 ON　Q1,Q3 OFF

回路動作3

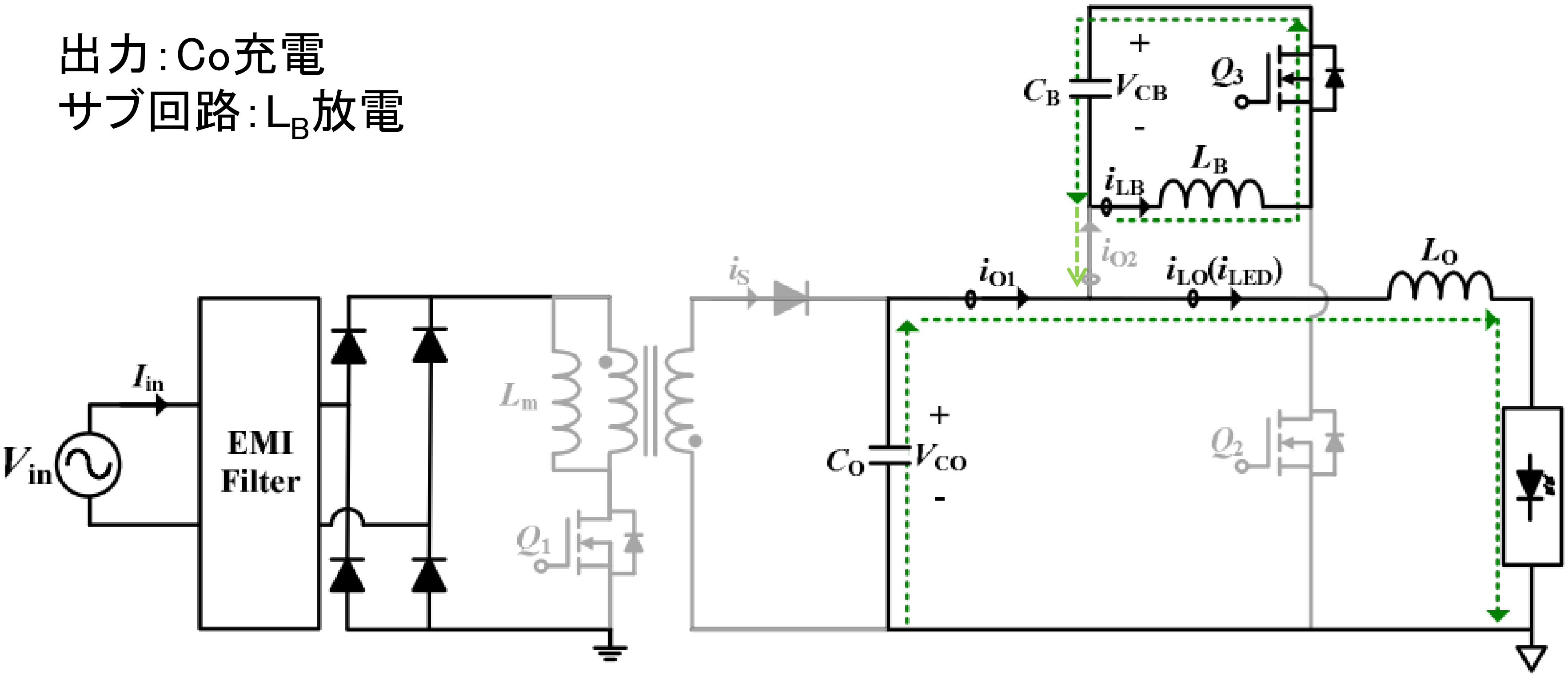
出力：Co放電、L_B充電



Mode3 : t2～t3　Q2 ON　Q1, Q3 OFF

回路動作4

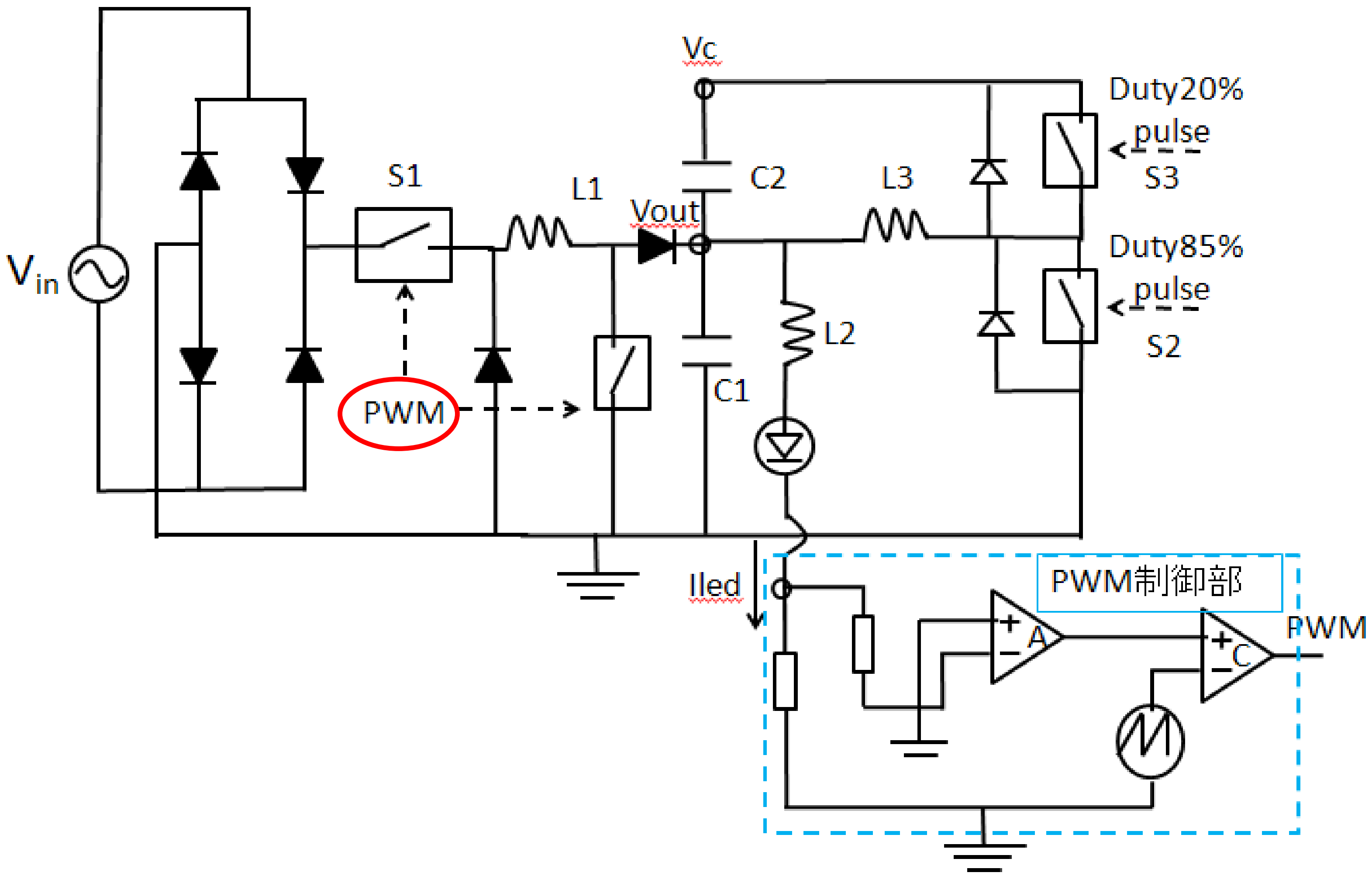
出力：Co充電
サブ回路：L_B放電



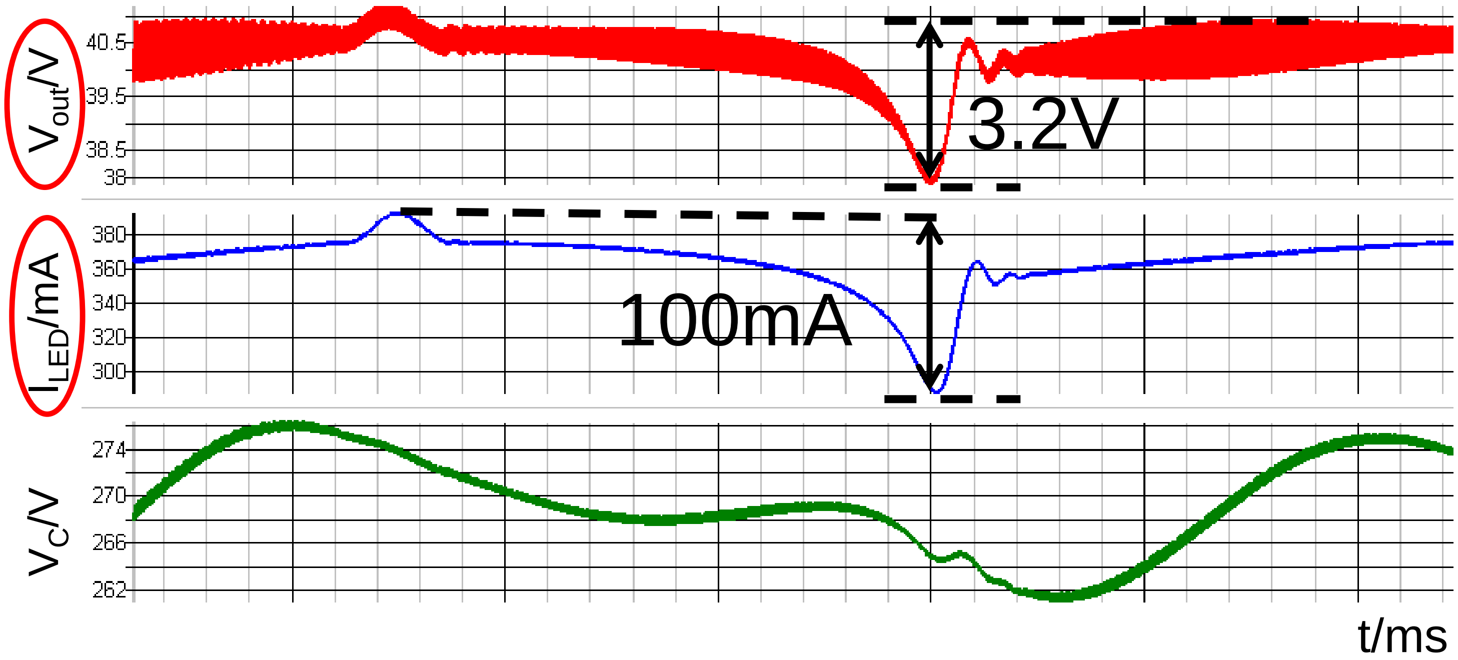
Mode4 : t3～t4　Q3 ON　Q1,Q2 OFF

B）電圧フィードバックPWM制御

●ここでは、電圧谷埋め補正回路を外す



シミュレーション結果（PWM制御）



Vout:38V～41.2V

Δ Vout=3.2V

（8%）

Iled: 290mA～390mA

Δ Iled=100mA

（28.5%）

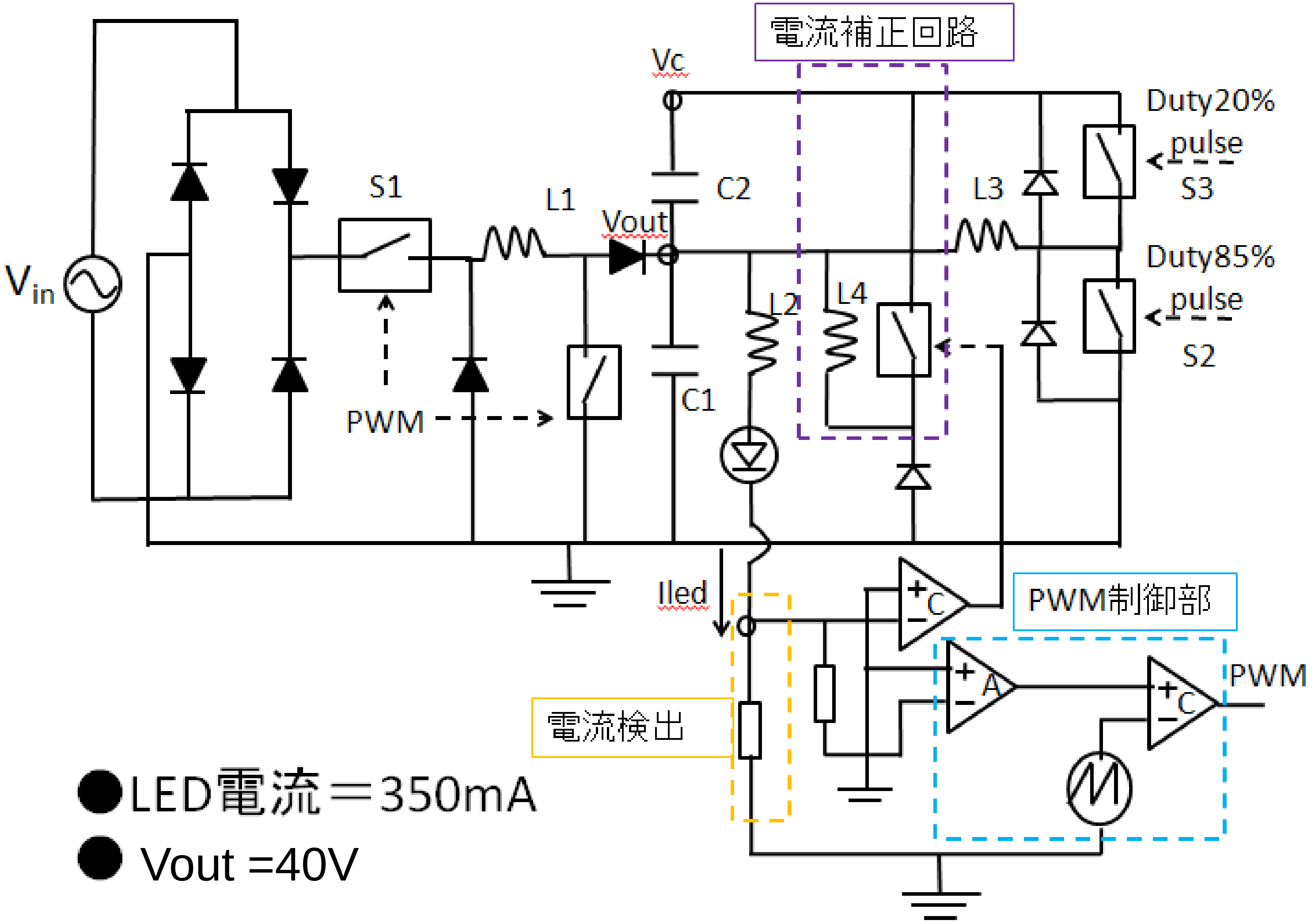
●LED電流リプル：大 ⇒ 他の補正手段必要

目　次

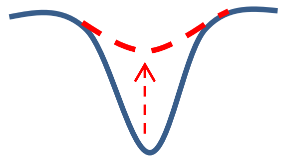
１．研究背景と目的
２．電流充放電型リプル制御方式
A)基本制御回路
B)フィードバック制御
３．電圧谷埋め補正回路
A)基本補正方式
B)各種リプル低減方法
４．提案新電流充放電型リプル制御方式
５．まとめ＆今後の課題

3. 電圧谷埋め補正回路

A）電圧フィードバックPWM制御（電流検出型）



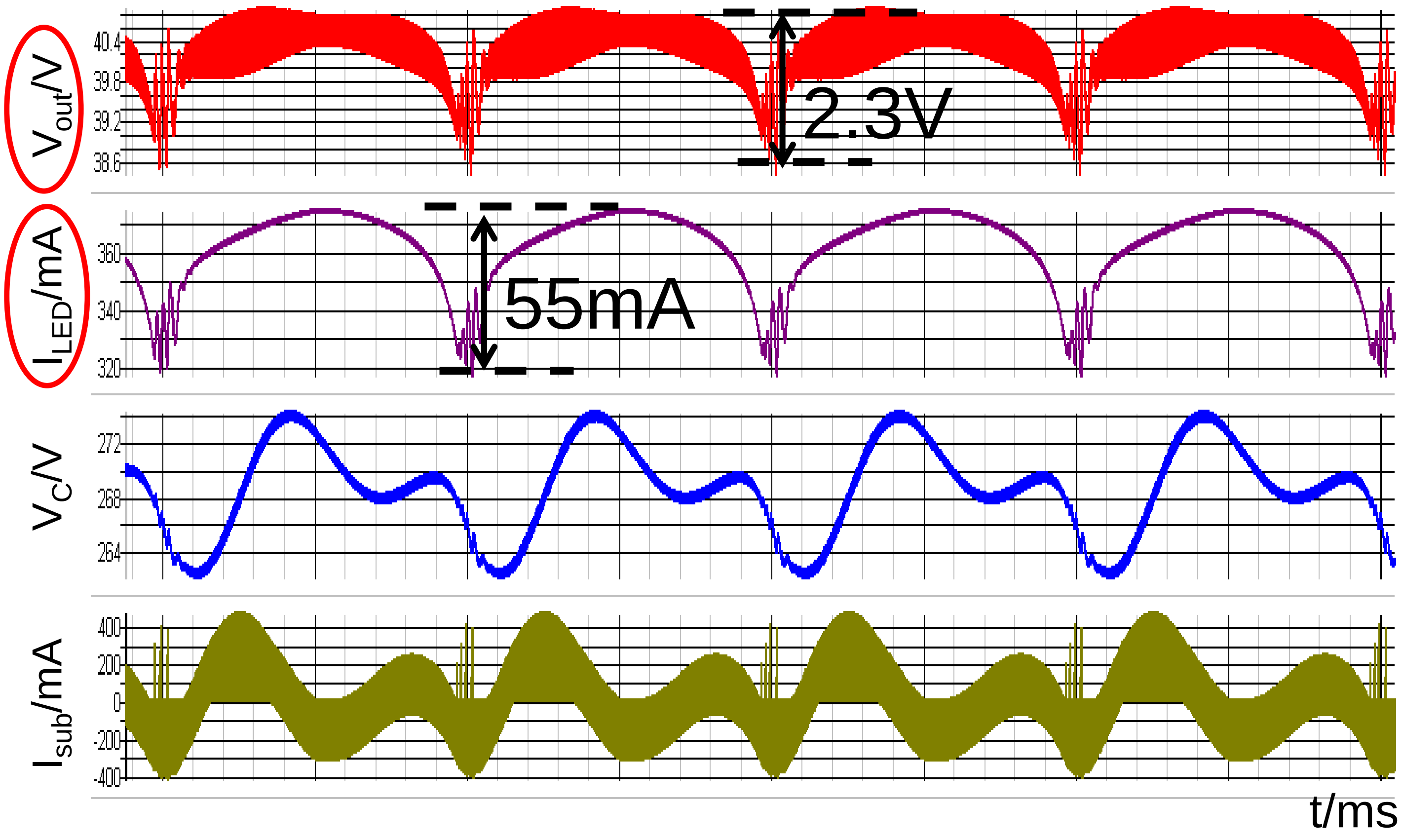
谷埋め?



リプル谷間埋める

- LED電流＝350mA
- Vout =40V

シミュレーション結果（谷埋め）



Vout:38.5V～40.8V

Δ Vout=2.3V

（5.8%）

Iled: 320mA～375mA

Δ Iled=55mA

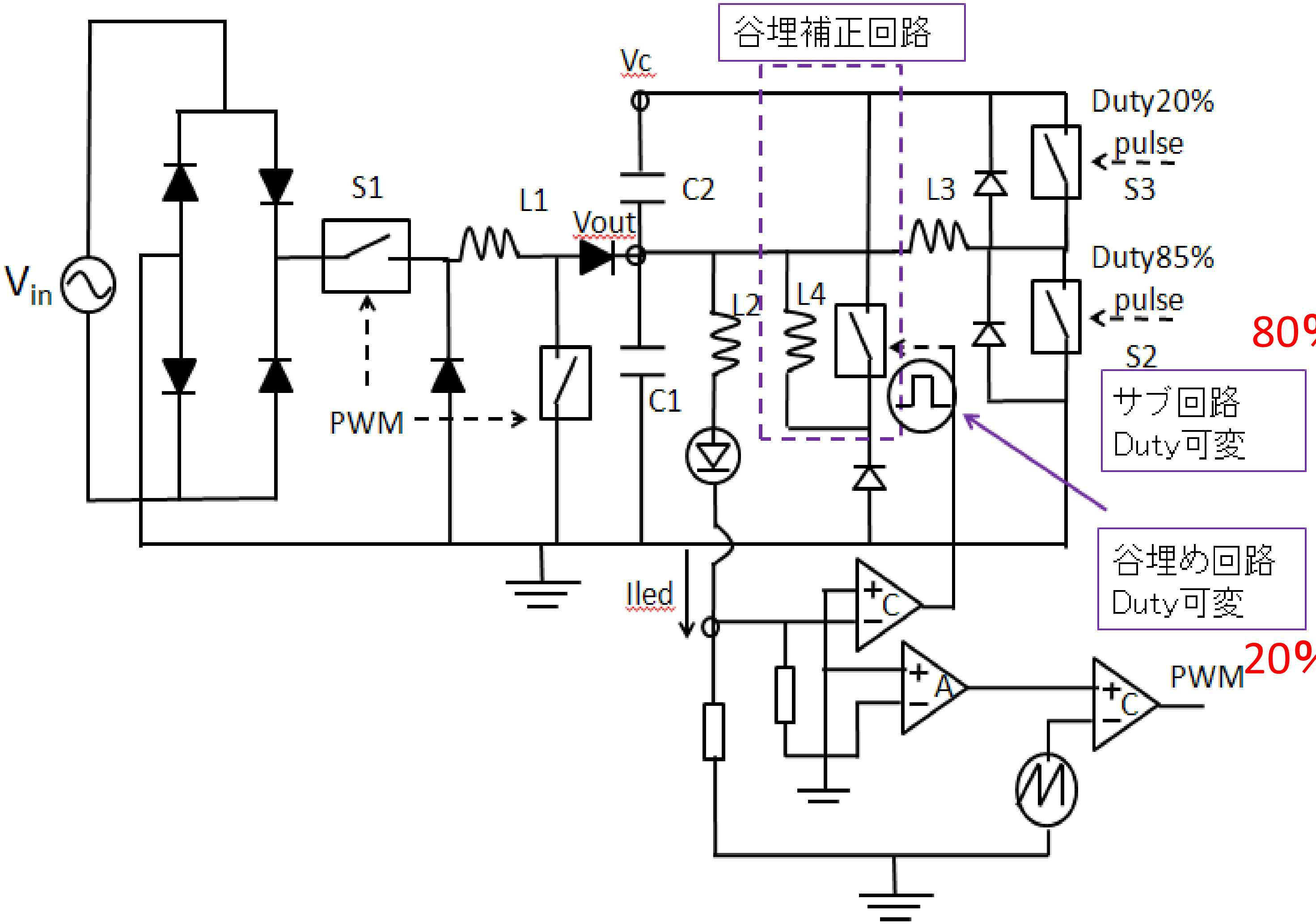
（15.7%）

●LED電流リプルは、まだ大きい

B）各種リプル低減方法検討

1）リプル制御回路の　Duty　可変
2）谷埋め制御期間の　幅　可変
3）谷埋め制御期間の　位相　可変

1）リプル制御回路のDutyを可変

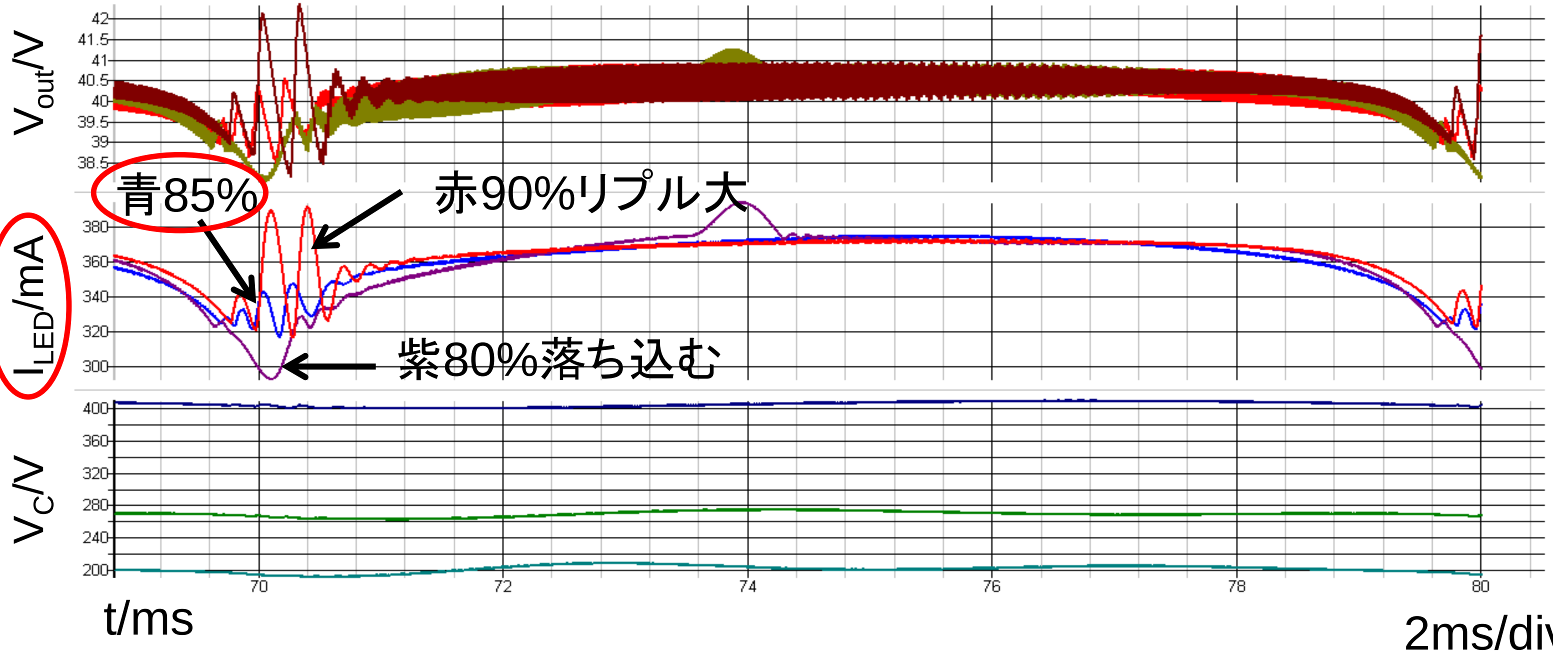


サブ回路Duty
80%～90%変えると

谷埋回路Duty
20%～10%に変えると

Ds（サブ回路のDuty）を変えた結果

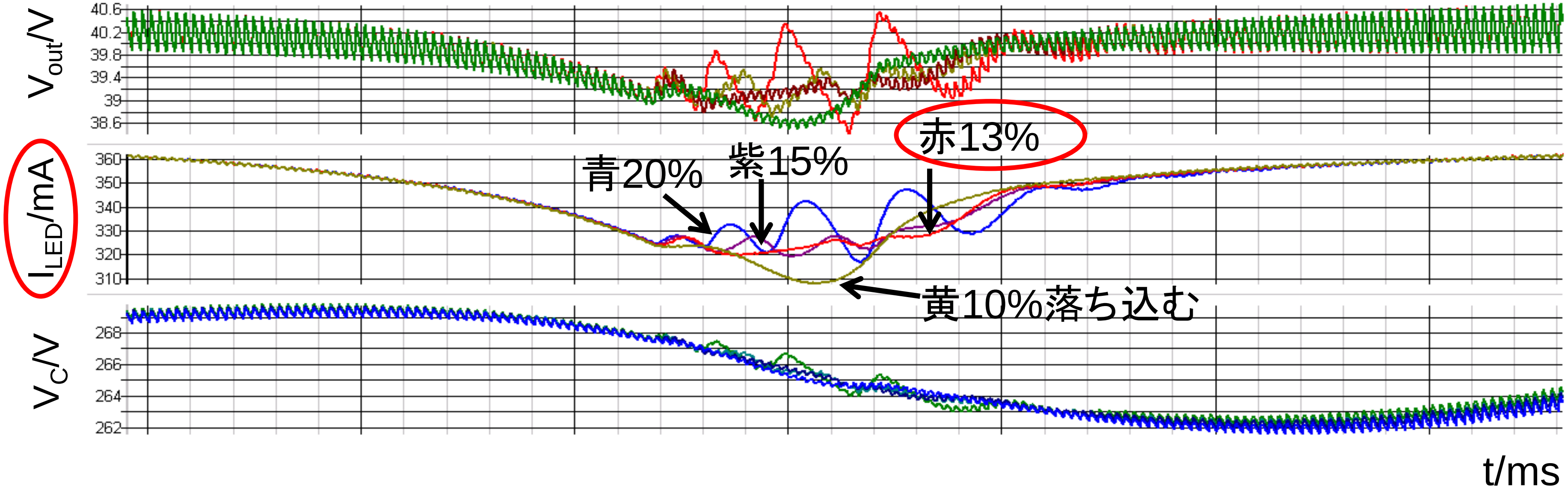
Vo: 赤85％ 黄80％ 濃赤90％
Iled： 青85％ 紫80％ 赤90％
Vc： 緑85％ 水80％ 青90％



結果：Ds下がると、Vc低くなり、好ましいが、
出力の谷が落ち込む(リプル大きくなる）、
Ds上がると、出力リプルが大きくなり、Vcも高くなる

Dt(谷埋め回路Duty)を変えた結果

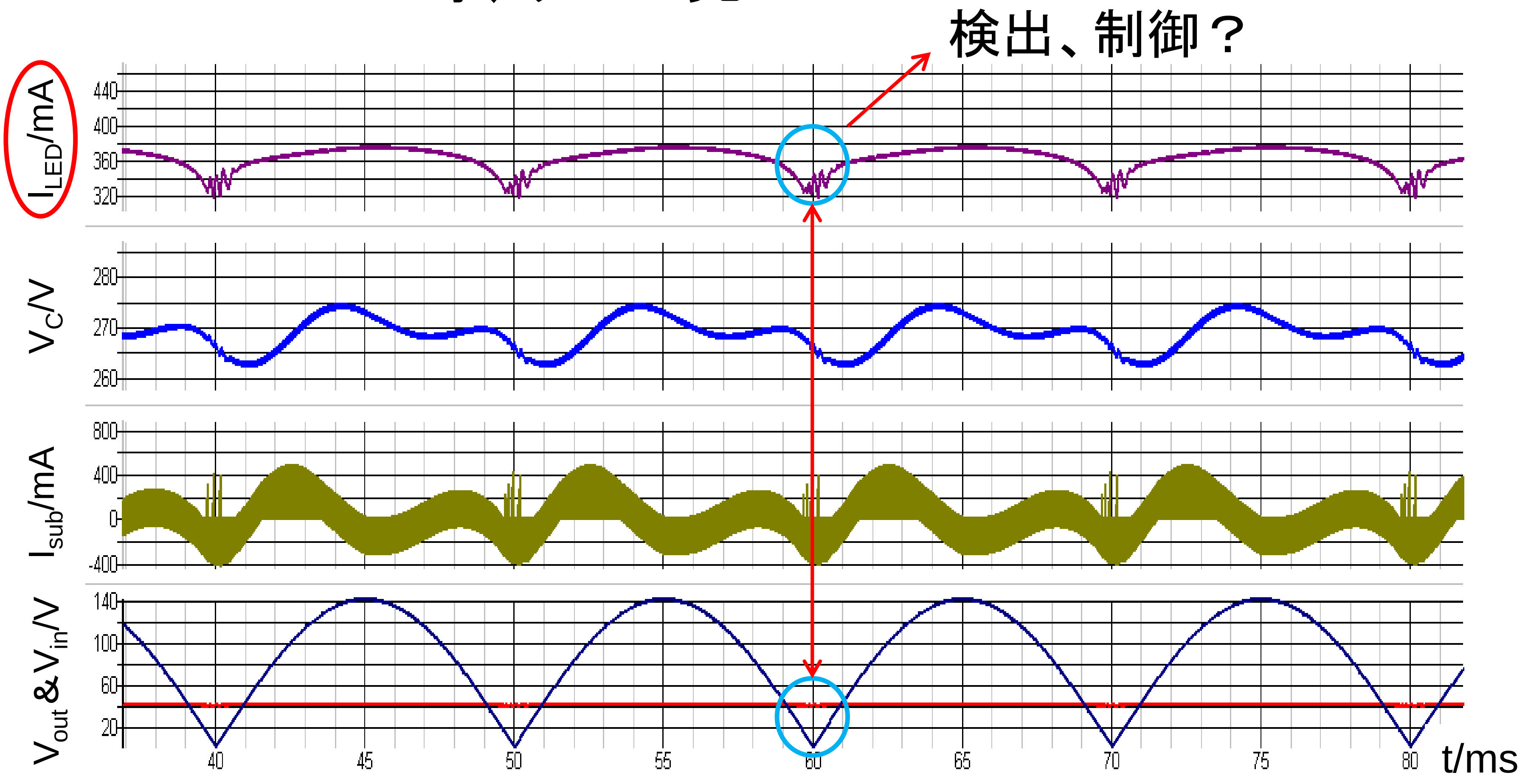
Vo:	赤20％	黄15％	濃赤13％	緑10%
Iled：	青20％	紫15％	赤13％	黄10%
Vc：	緑20%	水15%	青13%	青10%



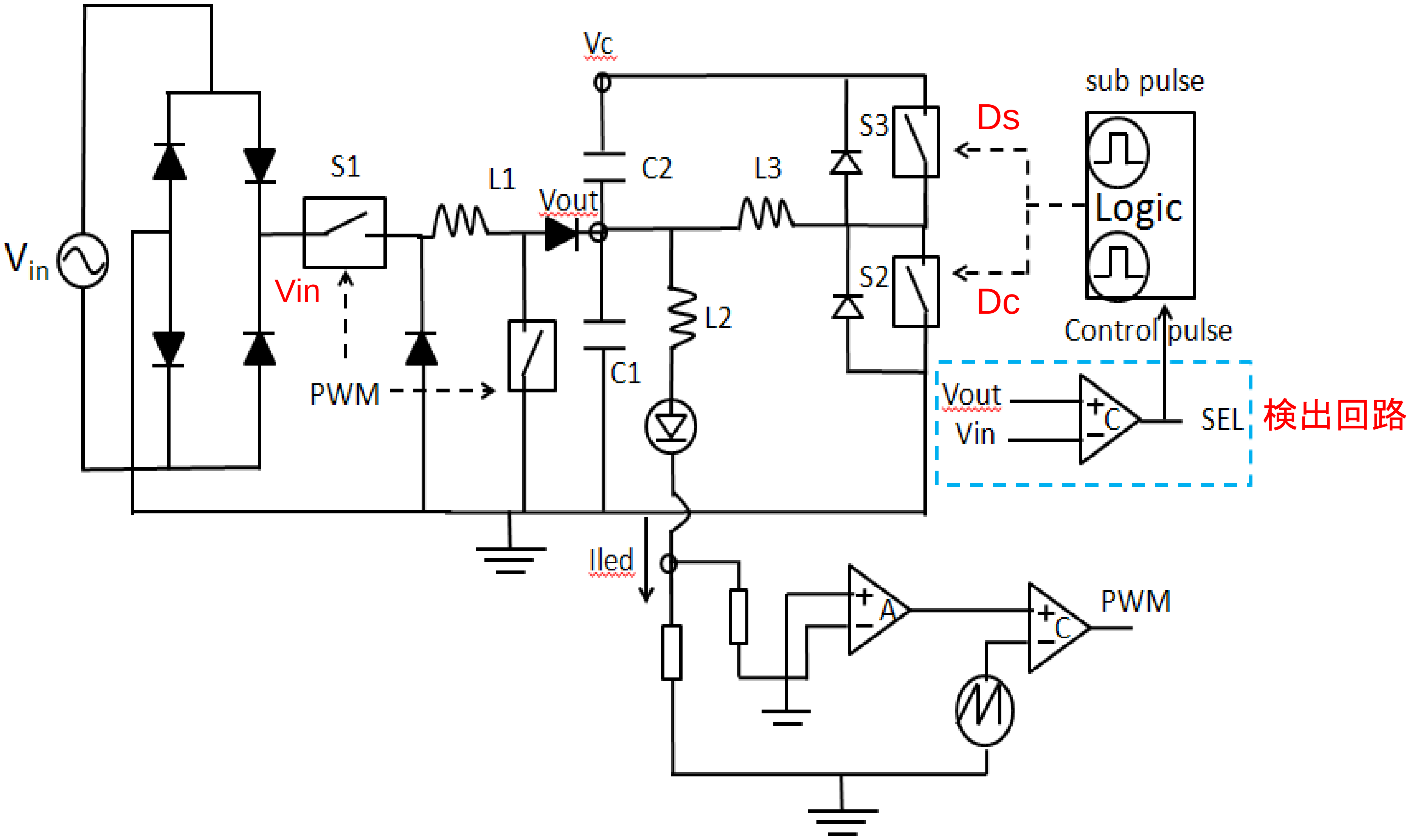
結果：Dtを20%から10%まで小さくしていくと、谷の波形はだんだん滑らかになるが、10%まですると、谷の電流が落ち込む。

2）谷埋め制御期間の 幅 可変

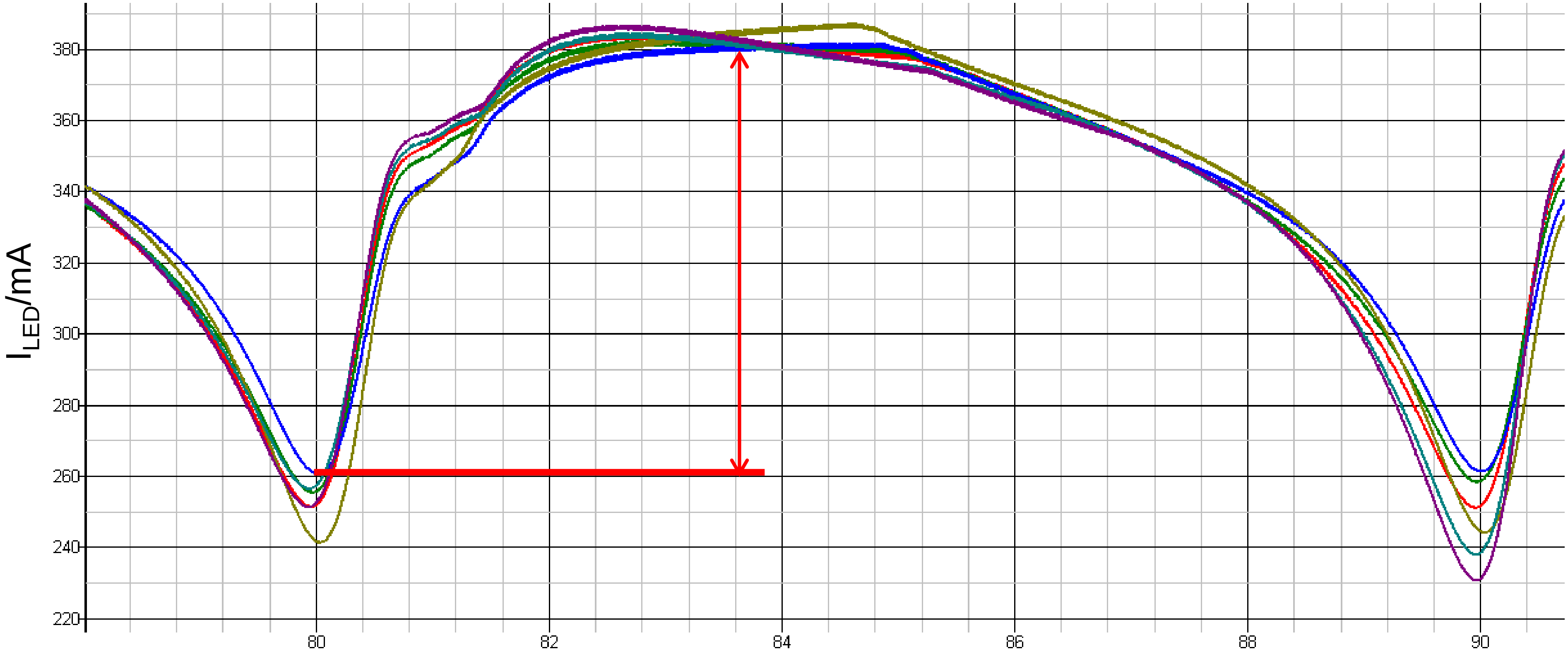
Vout>Vinの時、リプル発生？



Vout&Vin検出回路



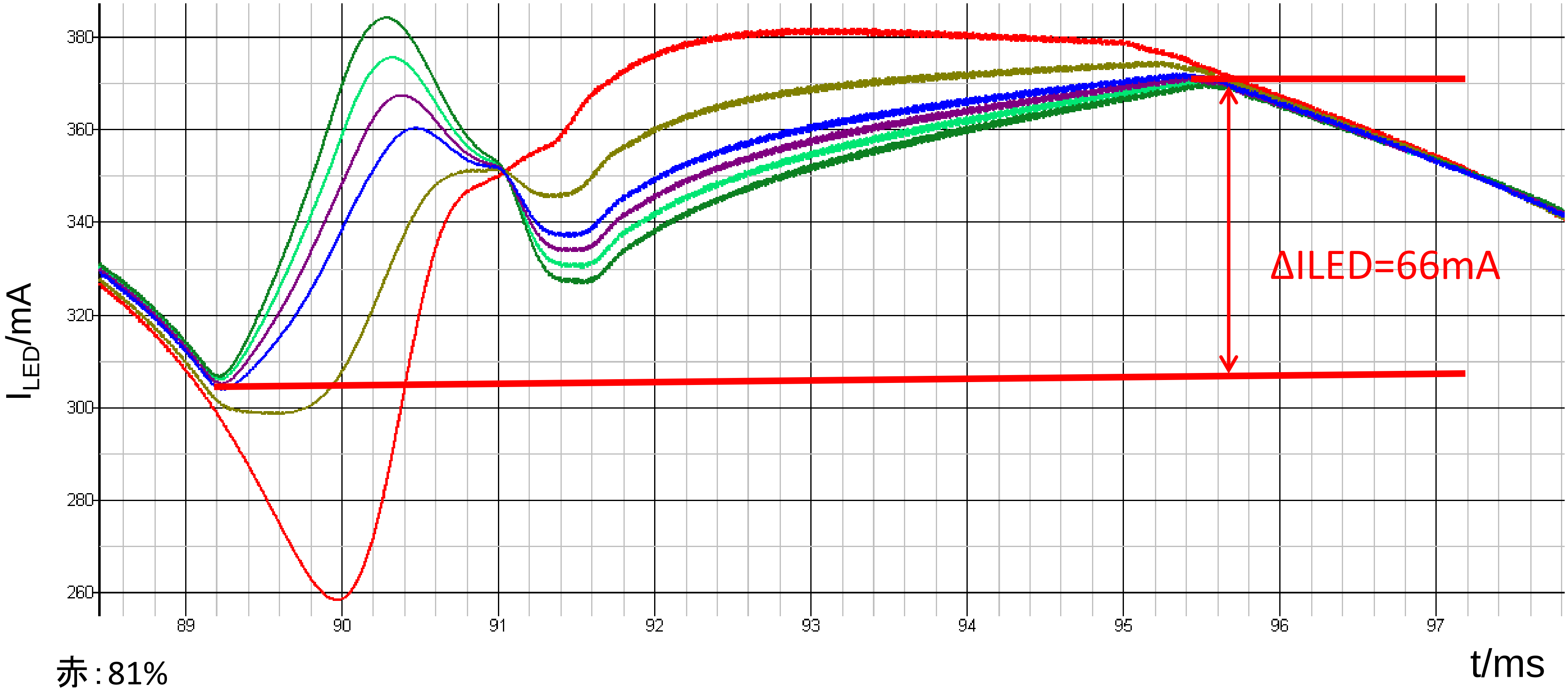
DsとDc両方一緒に84%から79%まで変える



紫：84%　水：83%　赤：82%　緑：81%　青：80%　黄：79%　t/ms

両方のDutyを一緒に小さくすると、谷間上がっていく、
波形がフラットになり、リプルは小さくなる。
79%まで下げると、リプルが逆に大きくなる。80%一番良い。

Dsを81%に固定、Dcを変える

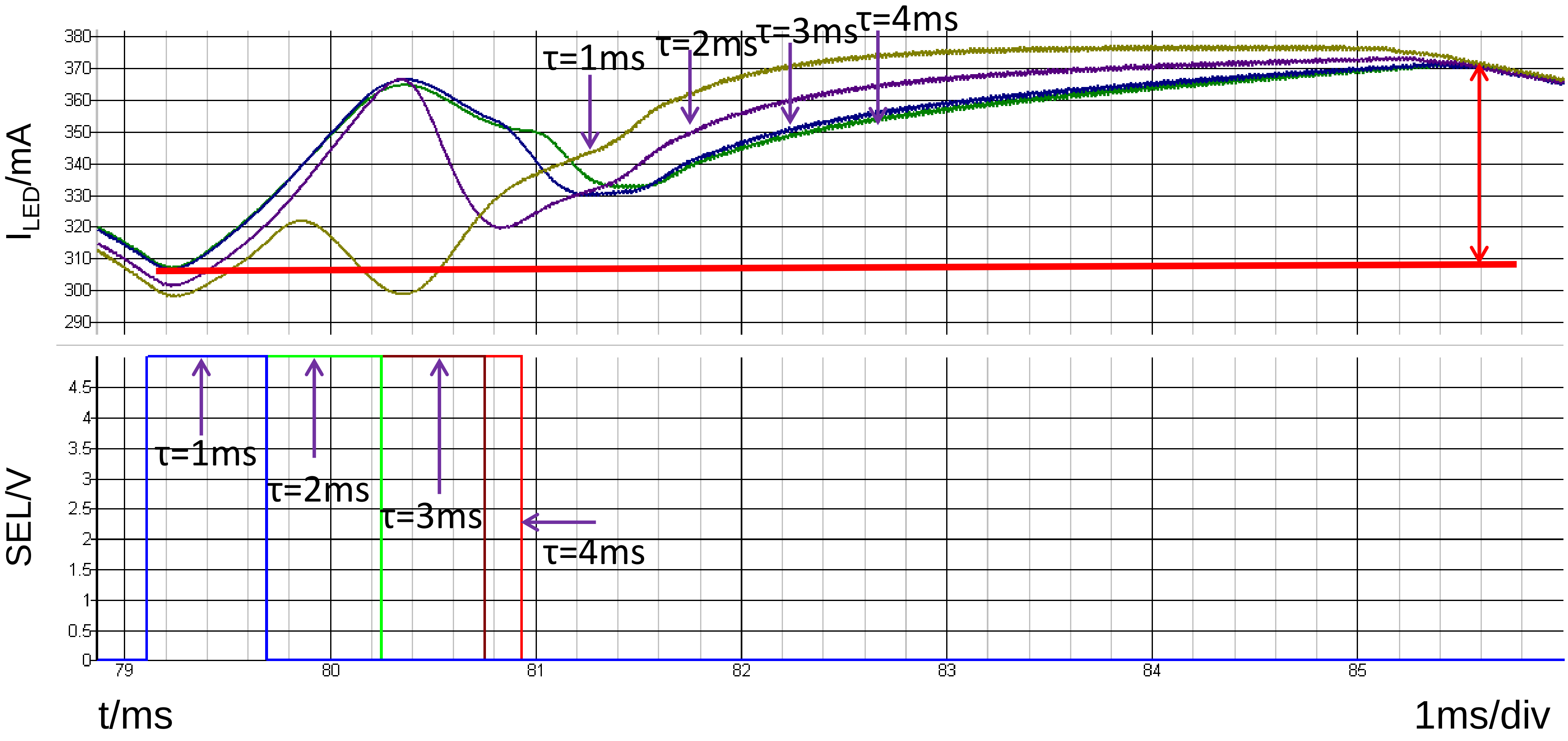


赤：81%
黄：80.5%
水：80%
緑：79.9%
紫：80.1%
青：80.2%

紫の80.1%が一番良い
ILED：305mA～371mA
ΔILED=66mA

3）谷埋め制御期間の 位相 可変

- 検出信号&LED電流

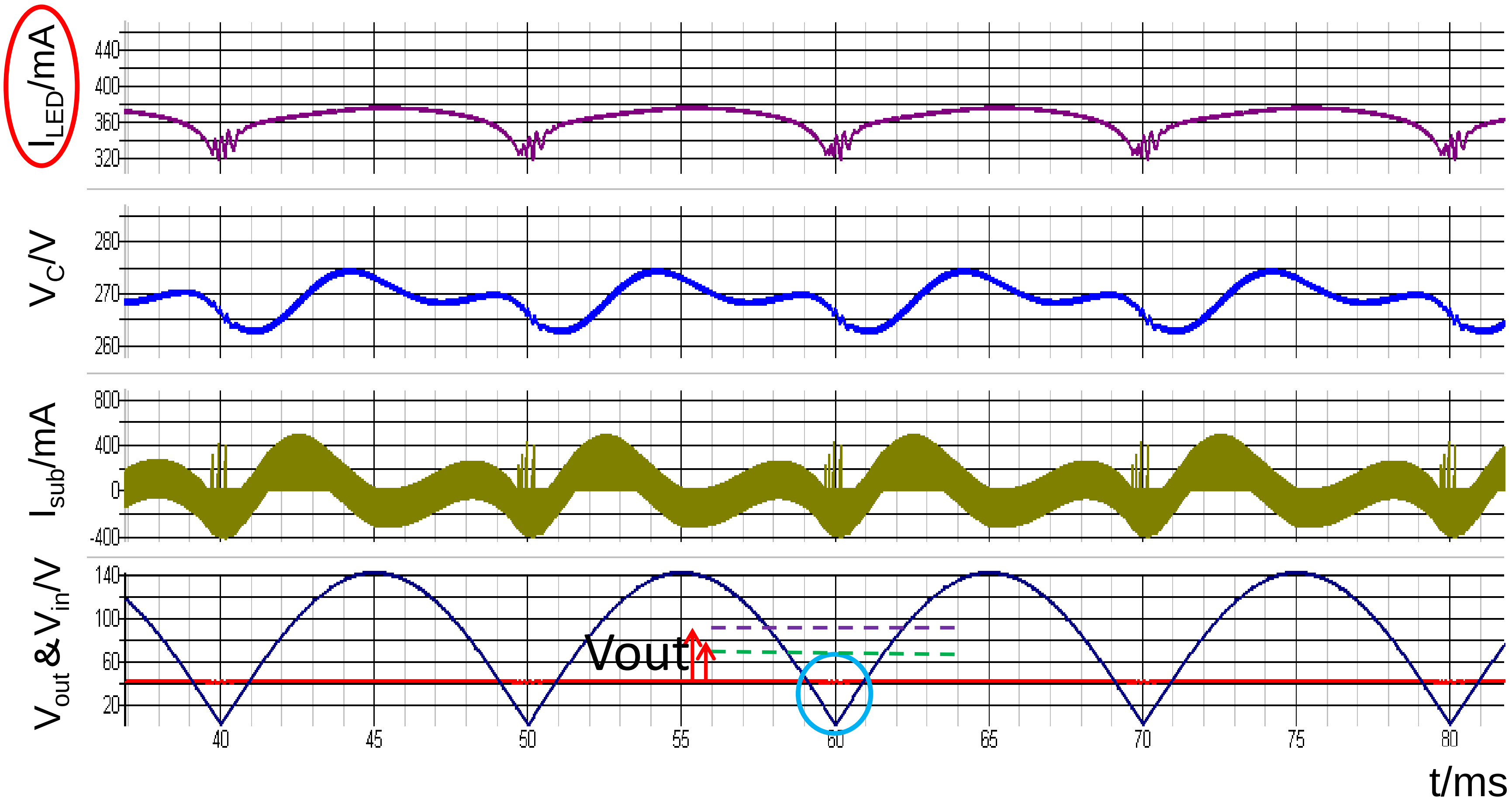


結果：τ=3msの時、ILED=307mA～371mA　ΔILED=64mA

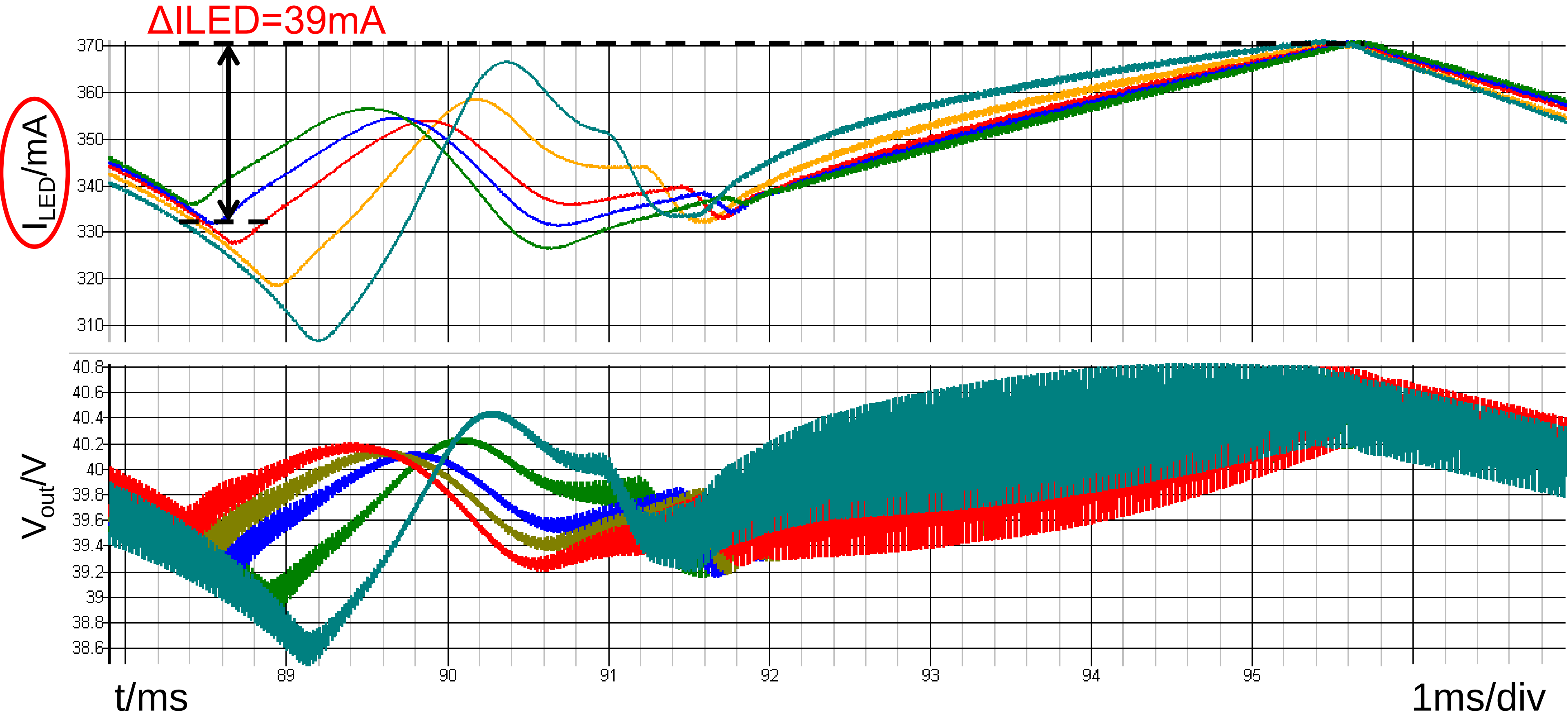
元々 τ=4msの時、ΔILED=65mA

制御期間を早く、長くする

方法：Voutを固定電源に変え、高くする



Vout上げた結果



水：40V
黄：50V
赤：60V
青：65V
緑：70V

青の65Vが一番良い

ILED：331mA～370mA　　Vo:39.4V～40.4V

ΔILED=39mA　　ΔVo=1V

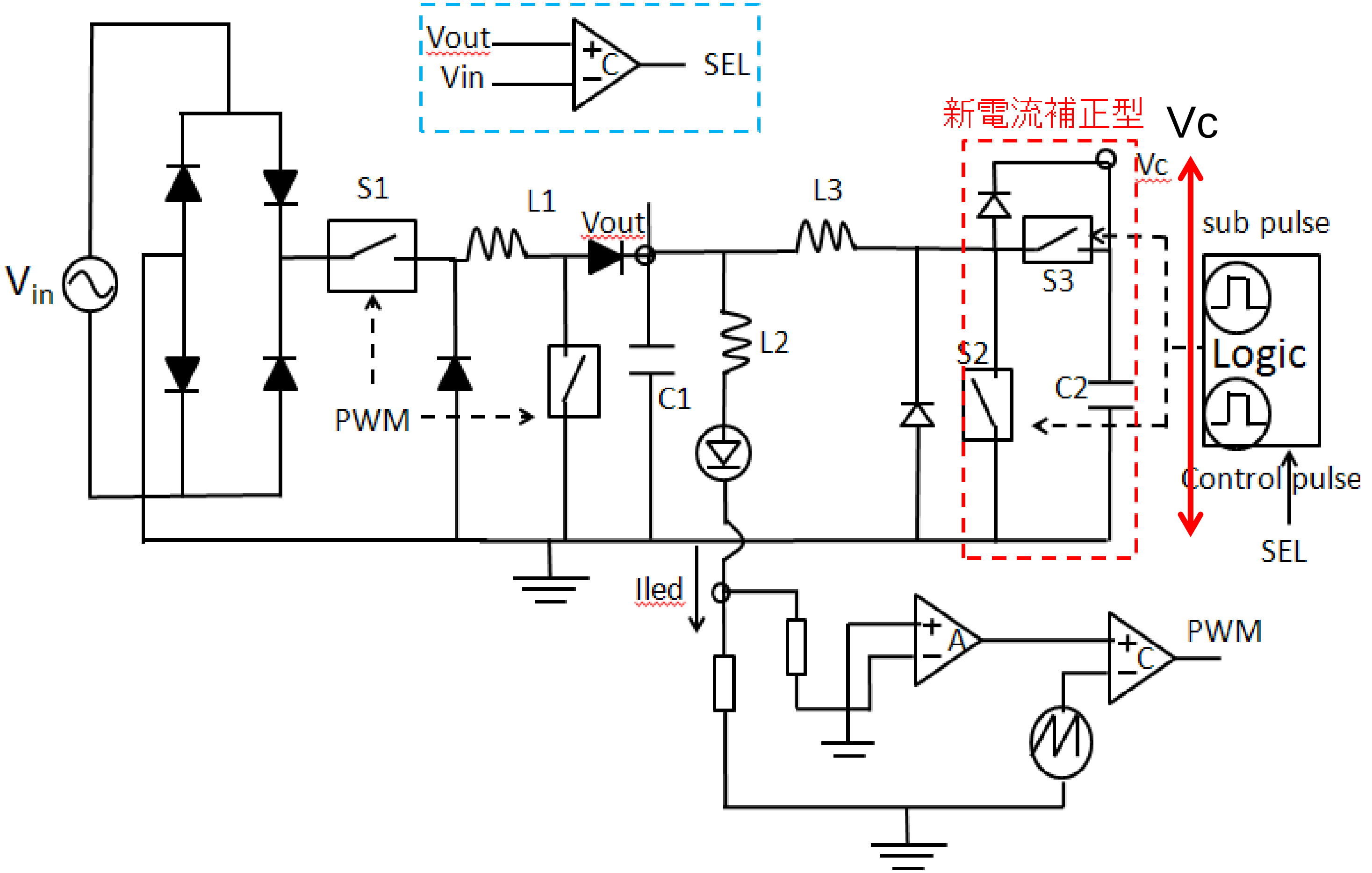
目　次

１．研究背景と目的
２．電流充放電型リプル制御方式
　A)基本制御回路
　B)フィードバック制御
３．電圧谷埋め補正回路
　A)基本補正方式
　B)各種リプル低減方法
４．提案新電流充放電型リプル制御方式
５．まとめ＆今後の課題

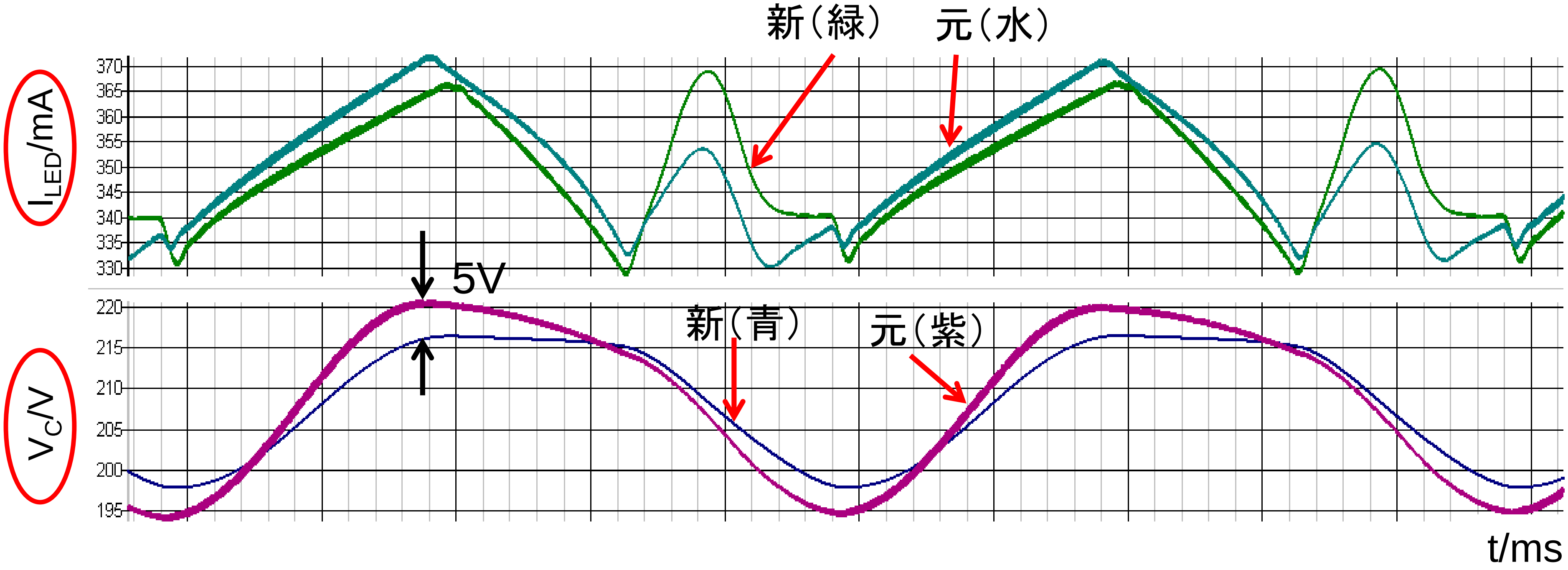
4. 提案新電流充放電型リプル制御方式

●補正コンデンサの位置を変更 ⇒ Vcの低減

実装しやすい



元回路＆新回路



結果：LED電流リプルは同等
Vcのピーク電圧は5V低減

目　次

１．研究背景と目的
２．電流充放電型リプル制御方式
A)基本制御回路
B)フィードバック制御
３．電圧谷埋め補正回路
A)基本補正方式
B)各種リプル低減方法
４．提案新電流充放電型リプル制御方式
５．まとめ＆今後の課題

まとめ＆今後の課題

- **まとめ**

電解コンデンサレス・フリッカ補正型LED駆動回路を検討
基本の電流充放電型にPWMフィードバック
電圧谷埋め補正回路、各種リプル低減方法でリプルを10%弱
最後に、新電流充放電型リプル制御方式を提案した。

- **今後の課題**

補正コンデンサ200V以上の耐圧、Vcを200V以下下げる
電流リプル10%以内抑える
実装回路を完成し、性能を実装回路で確認。

Ｑ＆Ａ

１）Q:今の谷埋め回路を根本的に変える方法はないでしょうか。

A:今はこの回路でパラメータを調整して検討し、新しい回路は検討中です。

２）Q:電界コンデンサレスのLED駆動回路はどのくらい進んでますか。

A:まだ研究中の新しい技術で、会社側もまだ製品になっていません。