

2009 年 4 月

LED ドライバ LC5200 シリーズ アプリケーションノート

Ver. 1.8

部署名

PPD 事業部モータ技術 2 グループ

本資料は、現在開発中の LED ドライバの LC52000 シリーズについてまとめたものです。
本資料中には暫定的な内容が含まれていますので、取り扱いには注意をお願いします。
なお、最新情報に関しては、弊社担当部門までお問合せ願います。

〔目次〕

1. はじめに	2 頁
2. 特徴	2 頁
3. 製品仕様	3 頁
4. 減定格図	5 頁
5. 外形図、捺印形状	5 頁
6. 内部ブロック図、端子配列	6 頁
7. 回路構成 (個別回路)	7 頁
8. 応用回路例	8 頁
9. 動作説明	11 頁
10. 御使用に際して	13 頁
11. 力率改善に関して	15 頁
12. トライアック調光(位相制御)	16 頁
13. 熱設計資料	17 頁
14. 代表特性例	18 頁

1. はじめに

本資料は、オフライン系電源(商用電源を直接整流した電源)を使用して LED ランプを定電流で駆動可能な、LC5200 シリーズに関する情報をまとめたものです。

2. 特徴

- ・電源電圧 V_{BB} : ~ 450V(max)
(30V) ~ 300V(実使用)
下限電圧は、使用する負荷によっても左右されます。
- ・出力電流 $I_o(max)$: 0.5A LC5205D
1.0A LC5210D
- ・定電流制御回路内蔵
固定オフ時間の自励 PWM 式定電流制御回路を内蔵。
出力電流は Ref 端子入力電圧により制御が可能。
オフ時間はアプリケーションに合わせて外部定数で調整可能。
- ・外部 PWM 対応
Toff 端子への PWM 信号入力により調光制御が可能。
ロジックをロー固定にすることで完全に消灯にも対応。
- ・低電圧動作保護回路(UVLO)搭載
- ・過電流保護回路(OCP)搭載
負荷短絡などに備え、ラッチタイプの過電流保護回路を搭載。
- ・過熱保護回路(TSD)搭載
過熱による破損を防止する、自己復帰タイプの過熱保護回路を搭載。

3. 製品仕様

表 3-1.絶対最大定格 (Ta=25°C)

項目	記号	規格値	単位	備考
主電源電圧	V _{BB}	450	V	
出力耐圧	V _o	450	V	
出力電流	I _o	0.5	A	Tw < 1 μs は含まず : LC5205
		1.0	A	Tw < 1 μs は含まず : LC5210
REF 入力電圧	V _{REF}	0.3 ~ V _{Reg} +0.3	V	
検出電圧	V _{RS}	± 2	V	Tw < 1 μs は含まず
許容損失	P _D	T.B.D	W	サンケン評価基板使用
ジャンクション温度	T _j	150	°C	
動作周囲温度	T _a	- 40 ~ 105	°C	
保存温度	T _{stg}	40 ~ 150	°C	

許容損失 P_D は、ご使用する基板のパターンレイアウトにより左右されます。

表 3-2.推奨動作範囲

項目	記号	規格値		単位	備考
		Min	Max		
電源電圧	V _{BB}	30	300	V	下限は使用する LED に よっても変わります。
出力電流	I _o		0.4	A	LC5205
			0.8	A	LC5210
REF 入力電圧	V _{REF}		0.5	V	定常動作時
ケース温度	T _c		105	°C	パッケージ中央。 ただし、ジャンクション温度 150 以下であることが優先 されます。

表 3-3.電气的特性

特に断りなき場合、 $T_a=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{BB}}=140\text{V}$ の条件となります

項目	記号	定格			単位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
主電源電流	I_{BB}		2		mA	動作時
	I_{BBS}		600		μA	出力OFF時
出力MOSFET耐圧	V_{DSS}	450			V	$I_{\text{D}}=1\text{mA}$
出力MOSFET ON 電圧	$V_{\text{DS(on)}}$		3		V	$I_{\text{D}}=0.5\text{A}$: LC5205
			2.5		V	$I_{\text{D}}=1.0\text{A}$: LC5210
出力MOSFET Di 順電圧	V_{F}		T.B.D		V	$I_{\text{F}}=T.B.D.A$
Reg 出力電圧	V_{Reg}		12		V	$I_{\text{Reg}}=0\text{mA}$
Reg 最大出力電流	I_{Reg}		T.B.D		mA	$V_{\text{Reg}}=T.B.D.$
最大電流制御周波数	f_{clk}			100	KHz	PWM 周波数
REF 入力電圧	V_{REF}	0		0.5	V	
REF 入力電流	I_{REF}		± 10		μA	
SENSE 検出電圧	V_{RS}	V_{REF} 0.03	V_{REF}	V_{REF} + 0.03	V	
SENSE 電流	I_{RS}		± 10		μA	
OCP 動作電圧	V_{OCP}		3		V	SENSE 端子
PWM OFF 時間	T_{Poff}		20		μS	$R_{\text{Ocf}}=620\text{k}\Omega, C_{\text{Ocf}}=100\text{pF}$
UVLO 動作電圧	V_{UVLO}		T.B.D		V	
TSD 動作温度	T_{TSD}		165		$^{\circ}\text{C}$	制御ICチップ温度
TSD 温度ヒステリシス	T_{TSDhys}		T.B.D		$^{\circ}\text{C}$	
スイッチング時間	t_{on}		T.B.D		nS	
	t_{off}		T.B.D		nS	

4. 減定格図

T.B.D

サンケン評価基板使用時

5. 外形図、捺印形状

現在準備中

6. 内部ブロック図、端子配列

図 6-1.内部ブロック図

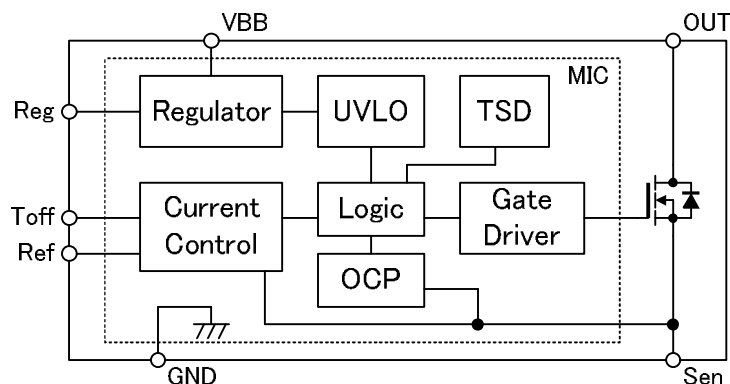


表 6-1.端子配列表

端子名	端子番号	説明
	DIP	
Reg	1	内蔵レギュレータの出力です。外部の外付け素子等に電流を供給します。ピン付近に 0.1 μ F のバイパスコンデンサを付加してください。
Toff	2	自励 PWM の際、固定オフ時間を決める CR を接続してください。他励 PWM の場合、PWM 信号の入力端子として機能します。
Ref	3	自励 PWM 用の出力ピーク電流設定用入力端子です。この端子の電圧でピーク電流を設定します。
Sen	4	出力電流の検出端子です。自励 PWM 時のピーク電流検出と、過電流検出に使用されます。検出抵抗 R_s を接続してください。
OUT	5	負荷と接続する端子で、内蔵 MOS-FET のドレイン端子とつながっています。
VBB	6	主電源であり、この端子から内部レギュレータを介して内部の電力を供給します。
GND	8	IC のグラウンド端子です。
NC	無し	無接続端子です。オープンとしてください。
抜きピン	7	高電圧部の絶縁距離を確保するためにピンを抜いています。

7. 回路構成(内部回路)

1) Regulator

主電源 VBB から 12V へ降圧するリニアレギュレータで、内部回路及び外付け素子に電源供給を行います。MOS-FET のゲートチャージ時にパルス電流が流れますので、安定化のため Reg 端子の直近に 0.1 μ F のセラミックコンデンサを付加して下さい。

2) Current-Control

出力電流の制御回路で、固定オフ時間の自励 PWM による定電流制御方式を採用しています。Ref 端子入力電圧と Sen 端子の電圧の比較により出力電流の制御を行います。外付け CR によるアプリケーションに合わせたオフ時間の調整も可能です。

3) UVLO (Under Voltage Lock Out)

内部電源の出力が正常であることを常に監視しており、電源低下時の異常動作を防止します。電源電圧がスレッシュホールド以下の場合、出力回路の動作を停止します。また、OCP 回路のパワーオンリセットとしても使用されます。

4) TSD (Thermal Shut Down)

MIC のチップ温度が TSD 動作温度である T_{TSD} 以上になっていないかを常に監視しています。MIC 温度が T_{TSD} 以上になると出力を停止し、異常過熱を防止します。MIC の温度が $T_{TSD}-T_{TSDhys}$ 以下に下がるか、電源を切った後再投入すると通常動作に復帰します。

なおこの回路は MIC 上に存在するため、MOS-FET の熱が MIC に伝播するまでに時間が掛かります。そのため MOS-FET が急激に過熱状態になった場合、TSD が働く前に破壊が生じる可能性があります。あらかじめご留意下さい。

5) OCP (Over Current Protection)

検出抵抗 R_s の電圧を常に監視しており、Sen 端子の電圧が過電流検出電圧 V_{OCP} 以上となると過電流と判断し、出力をオフにします。一度過電流を検出するとその状態がラッチされ、電源を切って再投入するまで出力はオフのまま固定されます。

6) Logic

Current-Control 回路及び各種保護回路からの入力を元にして出力の MOS-FET のオン/オフを決定します。正常状態かつ Current-Control 回路が出力オン信号を出力しているときのみ出力 MOS-FET をオンにします。

7) Gate-Driver

出力 MOS-FET のゲート駆動用回路です。

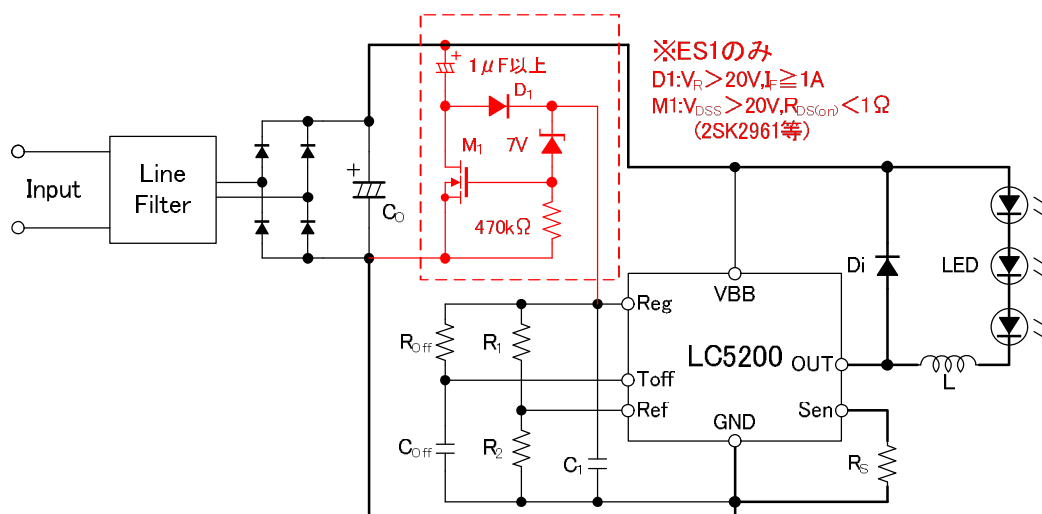
8) MOS-FET

出力 MOS-FET です。電流定格に応じた 2 種類の MOS-FET を搭載しています。

8. 応用回路例

8-1. 応用回路とパターン例

図 8-1. 応用回路例



記号	部品	定数等	説明
LED	LED		ご使用される LED を接続して下さい。
L	コイル	1mH / 1A	電流平滑用チョークコイルです。
Di	高圧ダイオード	RL3A	電流回生用フライバックダイオードです。
C ₀	電解コンデンサ	~ 100μF / 450V	主電源平滑用コンデンサです。 容量 1μF レベルでも動作します。
C ₁	コンデンサ	0.1μF / 25V	内蔵レギュレータ安定化用コンデンサです。
C _{off}	コンデンサ	100pF / 25V	PWM オフ時間設定用コンデンサです。
R ₁	抵抗	680kΩ / 1/8W	出力ピーク電流設定用抵抗です。
R ₂	抵抗	20kΩ / 1/8W	出力ピーク電流設定用抵抗です。
R _{off}	抵抗	620kΩ / 1/8W	PWM オフ時間設定用です。
R _s	抵抗	1.0Ω / 1W	電流検出用抵抗です。

図 8-2. パターンレイアウト例

現在検討中

8-2.定数設計に関して

LED

デバイスの定格電流との関係に注意願います。また、LED の直列数に制限はありませんが、直列数が少なくトータルの V_F が小さい場合、別項の PWM オフ時間の設定を長く、逆に直列数が多いトータルの V_F が大きい場合、OFF 時間の設定を短く調整する必要が生じる可能性があります。現状ではトータルの $V_F = 10 \sim 20V$ 程度を想定しています。(LC5205 の場合)

L

LED 電流平滑用のチョークコイルになります。インダクタンスが大きくなほど電流リップルは小さくなります。現状では、 $0.5 \sim 2mH$ 程度を想定しています。また、実使用時において、電流リップルのピーク値にてコイルが飽和しないよう、注意して選定を行って下さい。コイルが飽和すると、想定以上のサージ電流が流れ、LED やデバイスにダメージを与える恐れがあります。

Di

OFF 期間に回生電流を流すフライバックダイオードです。注意点は、耐圧とリカバリータイムです。リカバリータイムが長いダイオードを選択すると、MOS-FET ターンオン時にサージ電流がデバイスに流れます。この結果、ノイズの増大とそれに伴うデバイスの誤動作の原因となる他、全体の効率悪化要因ともなりますので、推奨部品同等かそれ以上のリカバリー特性を持つダイオードを選択して下さい。

C_o

主電源平滑用のコンデンサです。この容量が大きいほどリップル電圧が小さくなります。また同一容量でも、出力電力が大きくなるとリップル電圧は大きくなりますので、出力電力に応じた容量を選択してください。この容量が小さな状態でもデバイスは動作しますが、リップルの下限が動作下限電圧(IC と LED による)を下回ると、その期間 LED が消灯しますのでご注意ください。

C₁

内蔵レギュレータ安定化用コンデンサです。MOS-FET のゲートチャージ時の充電電流を確保し、安定した電圧を確保するために必ず必要です。通常は $0.1\mu F$ の積層セラミックコンデンサを使用し、なるべく IC の近くに配置してください。この容量を小さくし過ぎますと、スイッチング速度の低下や IC の誤動作の原因となり、逆に大きくし過ぎますと電源投入時に内蔵レギュレータがこのコンデンサを充電する時間が増大するため、起動が遅くなりますのでご注意ください。

R_1 、 R_2 、 R_S

LED に流れるピーク電流 I_{Peak} を決める定数です。この電流は下記の計算式で決まります。

$$I_{Peak} = V_{Reg} \times R_2 / ((R_1 + R_2) \times R_S)$$

例えば、 $I_{Peak} = 0.35A$ とした場合、

$$I_{Peak} = 0.35A \quad (12V) \times 20k\Omega / ((20k\Omega + 680k\Omega) \times 1\Omega)$$

というように、 $R_1 = 20k\Omega$ 、 $R_2 = 680k\Omega$ 、そして $R_S = 1\Omega$ という定数を選定します。

ここで、 R_1 と R_2 に流れる電流は内部レギュレータの損失に直接影響しますので、

$$(R_1 + R_2) > 500k\Omega$$

程度の高めの抵抗値とし、なるべく電流を抑えることをお勧めします。

なお、 R_S には MOS-FET オン時の負荷電流が流れるため、大きな損失が生じる場合があります。 R_S での損失に対しての 2~3 倍程度、許容損失の余裕度を持った抵抗を推奨いたします。

R_{Off} 、 C_{Off}

電流制御時の PWM オフ時間を決める定数です。PWM オフ時間 T_{POff} は、下記の計算式で算出されます。

$$T_{POff} = 0.29 \times R_{Off} \times C_{Off} + 2\mu$$

推奨定数を使用した場合、 T_{POff} は次のようになります。

$$T_{POff} = 0.29 \times 620k\Omega \times 100p + 2\mu = 20\mu S$$

R_{Off} の抵抗値も内部レギュレータの損失に直接影響しますので、ご注意ください。

9. 動作説明

9-1. 電流制御動作

本製品の電流制御タイミングは、以下のように動作します。

・PWM オン期間

起動時及び設定した電流値に到達していない状態では、内蔵の MOS-FET がオンとなり図 9-1 の I_{on} で示します経路で電流が流れます。

・ターンオフ

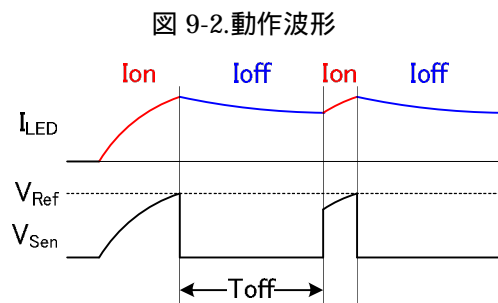
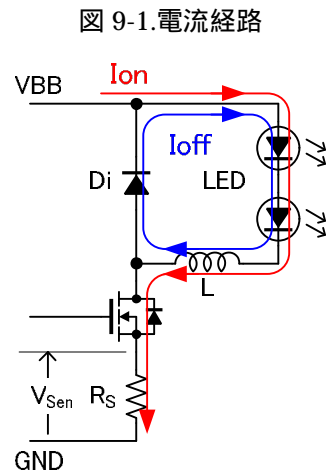
PWM オン期間において、LED の電流=検出抵抗 R_S に流れる電流ですので、 V_{Sen} 端子の電圧で LED の電流が検出されます。この検出電圧 V_{Sen} =基準電圧 V_{Ref} となった時点で MOS-FET をターンオフします。

・PWM オフ期間

MOS-FET がターンオフしますと、チョークコイル L に逆起電力が生じダイオード D_i がターンオンします。これにより PWM オン期間にコイルに蓄えられたエネルギーが、図 9-1 の I_{off} で示します経路を通して回生します。

・ターンオン

PWM オフ期間は T_{off} 端子の外付け定数 R_{off} と C_{off} で決定されており、この期間が終了すると内蔵の MOS-FET が再度ターンオンし、最初に説明しました PWM オン期間に戻ります。



9-2. 電流制御回路の動作

現在作成中

10. 御使用に際して

10-1 制御電流値の設定

A) 自励 PWM

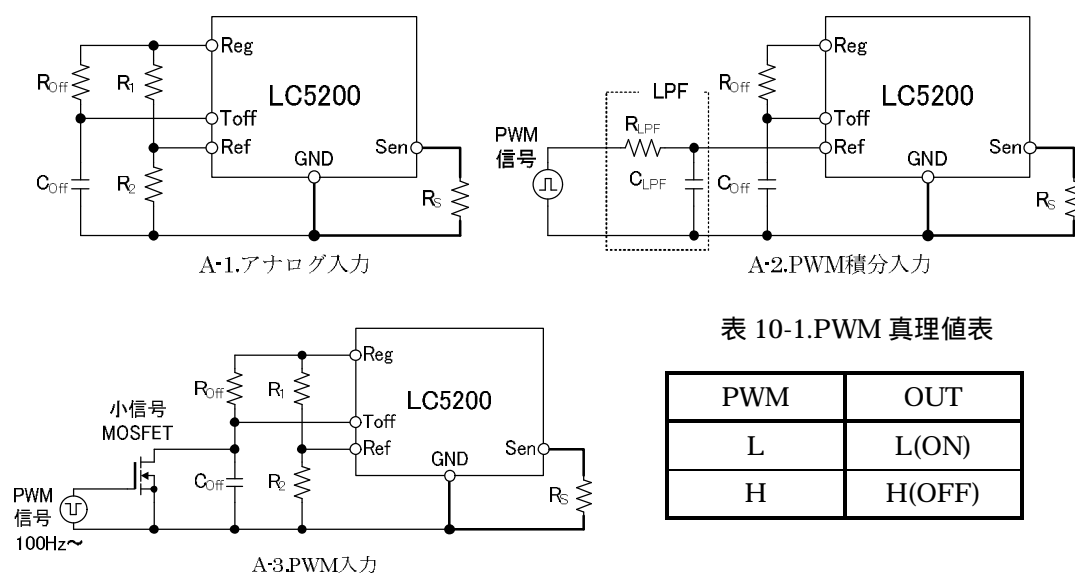
LC5200 には固定オフ時間式の定電流制御回路が内蔵されておりますので、少ない外付け部品で LED の定電流駆動が実現できます。LED を駆動するピーク電流 I_o は、以下の計算式で算出できます。

$$I_o = V_{Ref} / R_s$$

したがって、調光を行う場合、以下の方法が可能です。

1. Ref 端子のアナログ電圧を可変する。
2. PWM 信号を LPF で積分してアナログ変換を行い Ref 端子に入力する。

図 10-1. 電流設定回路(自励 PWM 用)



LC5200 は Toff 端子の電圧で出力のオン・オフを決定していますので、A-3 のように小信号 MOSFET を PWM 制御し、出力の PWM 制御が可能です。MOSFET のゲート-ソースで信号が逆転するため、ゲートに入力されるオンデューティが長いほど出力の平均電流が下がりますのでご注意ください。

B)他励 PWM

内蔵の電流制御回路を使わずに、外部から PWM 信号を直接入力することで出力電流の制御が可能です。外部からの制御や固定周期での PWM が必要な場合などに使用できます。この場合 Toff 端子に接続される C_{Off} と R_{Off} を外し、Toff 端子に直接 PWM 信号を入力してください。また、Ref 端子は必ず Reg と接続又はプルアップしてください。出力が入力信号に対応してスイッチングを行いますので、外部に電流制御回路が必要です。

この使用法では図 9-3 のヒステリシスコンパレータ Comp1 でパルス信号が比較され MOS-FET をスイッチングします。図示の通り Comp1 のスレッシュホールドは 2V と 3V となっており、かつ入力に 6V の保護用ツェナーダイオードがありますので、入力は 5VCMOS レベルの信号としてください。なお、他励 PWM モードにおいても OCP は動作していますので、Sen 端子の電圧が V_{OCP} を超えると OCP が動作します。

図 10-2.電流設定回路(他励 PWM 用)

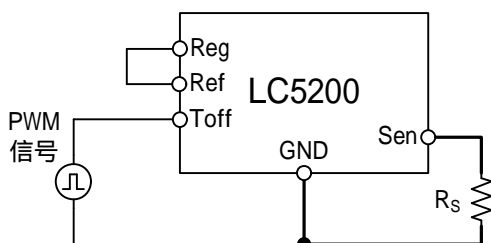


表 10-2.他励 PWM 真理値表

Toff	OUT
L	H(OFF)
H	L(ON)

11 . 力率改善に関して

11-1 力率改善回路に関して

電源力率を簡易的に改善する方法として、電源を平滑しない状態とした上で電源電圧と LED 電流を比例させる方法があります。回路としましては図 11-1 のように整流後の電圧を分圧し、Ref 端子に与えるようにします。これにより LED 電流の波形が電源電圧波形と近づき力率が改善します。注意点としましては電源電圧の振幅と LED の電流が比例することであり、電源電圧が大きく変動する場合にはクランプ回路の追加等、過電流が流れないようにする対策が必須です。ただしクランプ回路が動作した場合、波形が歪むため力率は悪化するのでご注意ください。

図 11-1.簡易力率改善回路

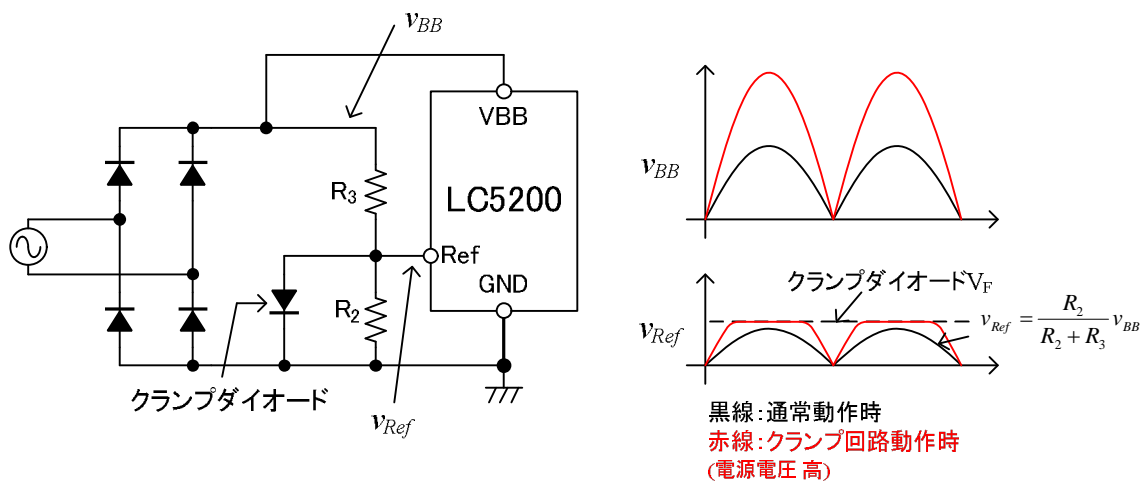
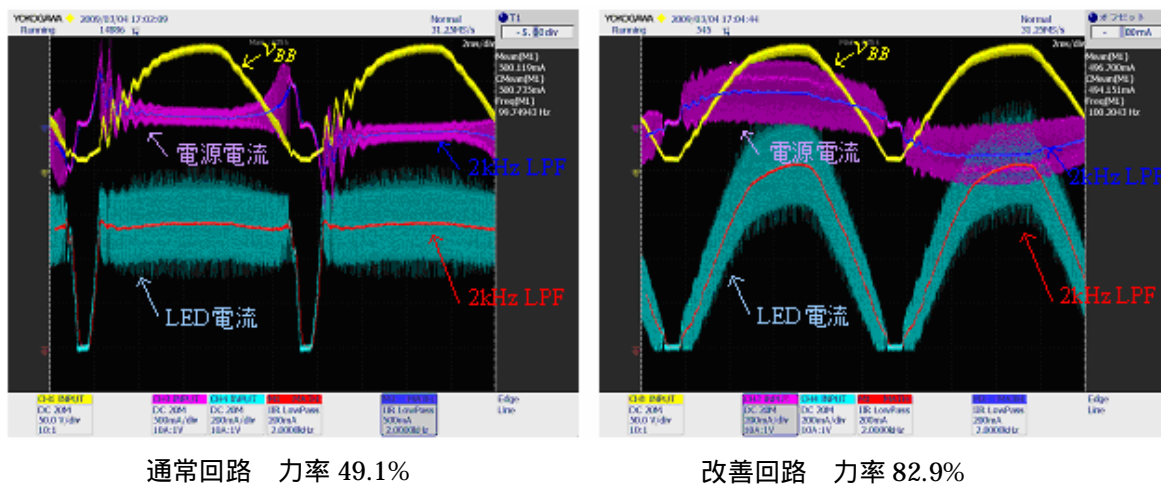


図 11-2 に実際の動作波形を示します。平滑用電解コンデンサは不使用です。スイッチング回路のためそのままでは確認し難いですが、2kHz の LPF を通してみると改善回路により電源電流波形が正弦波に近づいていることが確認できます。力率についても改善が認められます。

図 11-2.簡易力率改善回路動作波形

実験条件 電源電圧:100Vac、LED:白色 5 直列、LED 平均電流:0.5A



12 . トライアック調光(位相制御)

12-1 トライアック調光への対応

現在一般的に使用されている調光器は、トライアックを使用して位相制御を行っております。このタイプの調光器は抵抗負荷を想定しており、トライアックの点弧及び保持のための負荷電流が必要となります。標準応用例においては十分な負荷電流が流れない期間があるため、トライアックによる調光には対応しておりません。対応回路に関しては現在検討中です。

13 . 熱設計資料

作成中

14 . 代表特性例

図 14-1.出力 MOS FET オン電圧 $V_{DS(on)}$ 特性

最終サンプル完成後 掲載予定

図 14-2.PWM オフ時間 - C_{off}, R_{off} 定数特性

最終サンプル完成後 掲載予定