

# LED 照明用 第 4 世代臨界モード PFC 制御 IC「FA1B10N」

“FA1B10N” 4th-Generation Critical Mode PFC Control IC for LED Lighting

藪崎 純\* YABUSAKI, Jun

中島 洋至\* NAKAJIMA, Hiroyuki

矢口 幸宏\* YAGUCHI, Yukihiro

電子機器の小型・軽量化に伴い、スイッチング電源が普及している。スイッチング電源ではコンデンサインプット型の整流・平滑回路が採用されているため、AC 電源ラインに大量の高調波電流が流れる。この高調波電流の増加は、機器の動作障害や、力率の低下による無効電力の増加などの問題を発生させる。高調波電流を一定の値以下に抑えるため、国際規格 IEC 61000-3-2 において、電気・電子機器を四つのクラスに分類し、クラスごとに高調波電流の限度値を設定している。また、照明機器については、ビル設備などのシステム全体としての高調波電流規制が個別にあり、前述の規格（クラス C）を満足することに加え、全高調波ひずみ（THD：Total Harmonic Distortion）<sup>（注 1）</sup>を規定値以下にする必要がある。一般的には THD を 10% 以下にすることが求められる。

この高調波電流を抑制し同時に力率を改善するために、スイッチング電源には、アクティブフィルタ方式の力率改善（PFC：Power Factor Correction）回路が広く使われている。

近年、LED 照明には、AC 電源を投入してから点灯するまでの時間の短縮、および取り扱う上での感電防止と、待機電力の低減が求められている。

富士電機は、これらの要求に応えるため、LED 照明用スイッチング電源に向けた第 4 世代臨界モード PFC 制御 IC「FA1B10N」を開発した（図 1）。

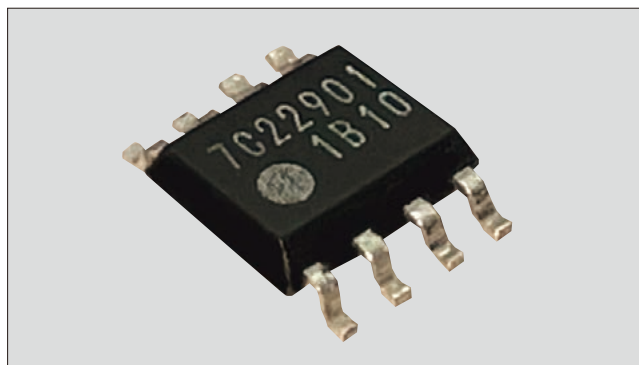


図 1 「FA1B10N」

## ① 特徴

FA1B10N の主な特徴は次のとおりである。

- (1) THD 改善による高調波抑制（THD<5%）<sup>（注 2）</sup>
- (2) LED 照明点灯開始時間の短縮（<500 ms）
- (3) X キャパシタ〔電源ラインの相間（線間）に接続されているコンデンサ〕の放電機能を内蔵することによる感電防止と、待機電力の低減の両立

## ② 適用した技術

### 2.1 THD の改善

スイッチング電源は、入力部のコンデンサへの入力電流が AC 電源入力電流の位相角 10 度から 30 度の領域で急激に流れ込む。このため、図 2 に示すように入力電流がひずむことで、高調波電流が発生し、THD が悪化する。

FA1B10N は、入力電流のひずみを改善し、入力電流波形を正弦波形に近づけるために、AC 電源入力電流の位相角 90 度から 180 度にかけて、COMP 端子電圧を上昇させ、OUT 端子のオンパルス幅を広げる。OUT 端子のオンパルス幅を広げることで、位相角 90 度から 180 度の入力電流が増加する。さらに、位相角 10 度から 30 度

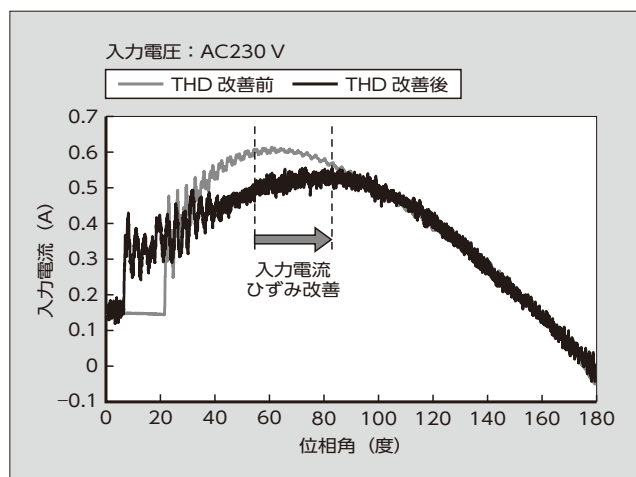


図 2 THD の改善

〈注 1〉高調波成分の実効値の総和と、基本波成分の実効値の比を表した特性値  $THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2} / I_1$

〈注 2〉AC 入力電圧 115 V、230 V で負荷 ≧ 50% の場合

\* 富士電機株式会社半導体事業本部産業事業部産業設計第二部

領域で OUT 端子の出力を停止させ、OUT 端子のスイッチングによる入力電流の増加を削減する。また、位相角 30 度から 40 度領域でのスイッチング再開時に OUT 端子のスイッチング周波数を下げること、入力電流の急な変化を防止する。

これらの動作により入力電流波形を正弦波形に近づけることで、高調波電流の発生を抑え、THD を改善する。

## 2.2 起動時間短縮

LED 照明は、点灯するまでの時間の短縮が求められる。

これまでは、後段の LLC コンバータ制御 IC の起動回路から PFC 制御 IC に電源供給を行っていた。そのため、LLC コンバータ制御 IC の起動回路からの電源供給が不十分な場合、高速起動が困難であった。

FA1B10N はこの問題を解決するため、VH 端子を入力とする起動回路を内蔵し、高速起動を実現した。図 3 に FA1B10N の代表回路例（AC 入力電圧 90 ～ 305 V、DC 出力電圧 430 V、出力 150 W）を示す。

## 2.3 安全性向上および待機電力低減

スイッチング電源で発生する伝導ノイズの電源ラインへの流出を低減するため、図 3 に示す X キャパシタ ( $C_x$ ) を接続する。AC 電源遮断後の  $C_x$  の残留電荷による感電を防止するため、国際安全規格 IEC 62368 にて、 $C_x$  の電荷を放電する規格が定められている。この規格を満足するため、従来は図 4 に示す放電抵抗 ( $R_x$ ) による  $C_x$  の放電回路が必要となるが、 $R_x$  により数十 mW の電力損失が発生し、待機電力が増加していた。

そこで、FA1B10N は、X キャパシタ放電機能を内蔵した。VH 端子で AC 電源遮断を検出し、IC 内部の放電ス

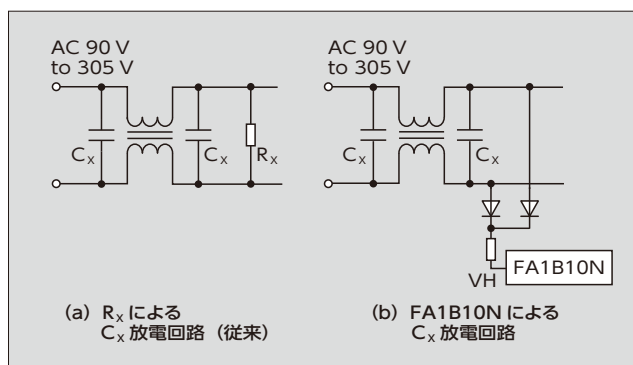


図 4 X キャパシタ ( $C_x$ ) 放電回路

イッチを使って  $C_x$  を放電することで、IEC 62368 を満足する。さらに、 $R_x$  を削減することにより待機電力を低減した。

## 3 適用事例

図 3 の代表回路例に従来の IC と、FA1B10N を載せた THD 特性（図 5）、および、AC 電源投入からの起動時間（図 6）の比較を示す。

図 5 に示すように、FA1B10N は従来製品に比べ THD は低く抑えられており、標準的な AC 入力電圧である 115 V と 230 V では、負荷 50%、75%、100% のいずれにおいても THD は 5% 以下となっている。

また、図 6 に示す起動時間においても AC 入力電圧 115 V、230 V、277 V、かつ定格負荷 150 W の条件で一般的な LED 照明用電源に求められる 500 ms 以下であり、従来製品に比べて 15 ～ 19% 起動時間が短縮した。

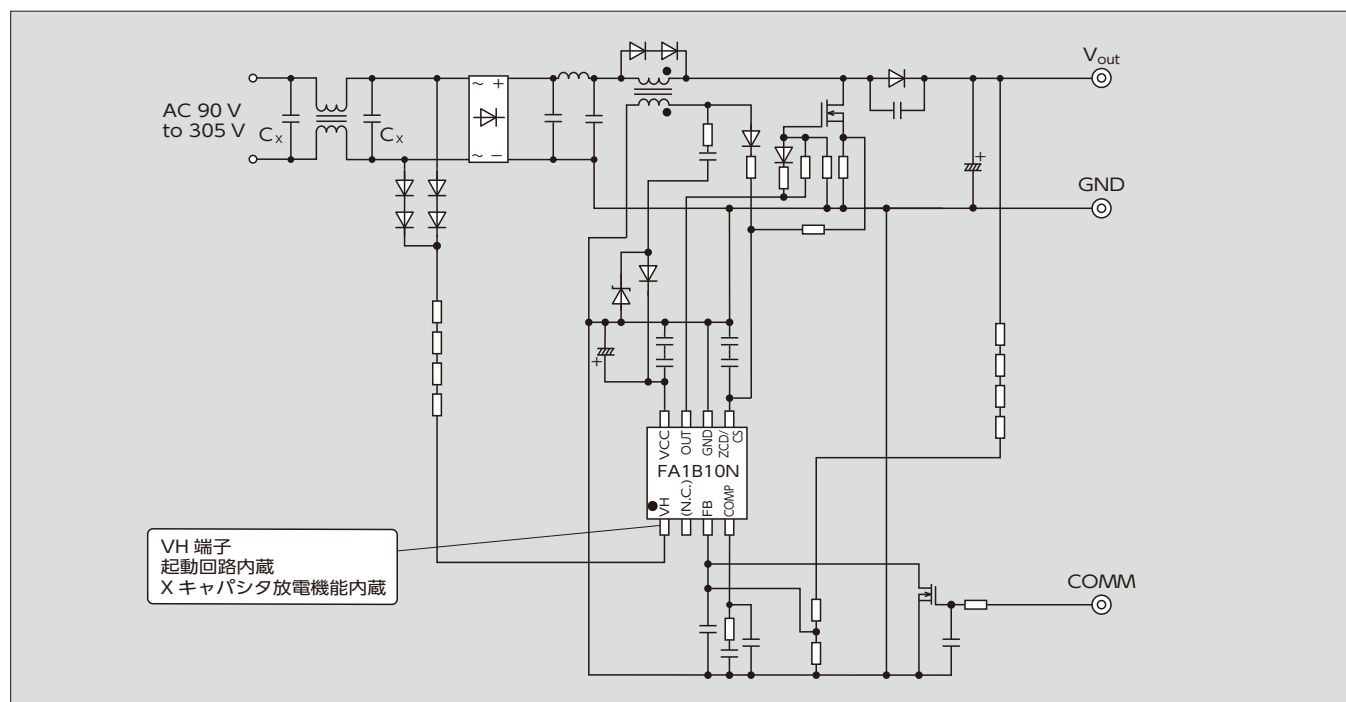


図 3 「FA1B10N」の代表回路例

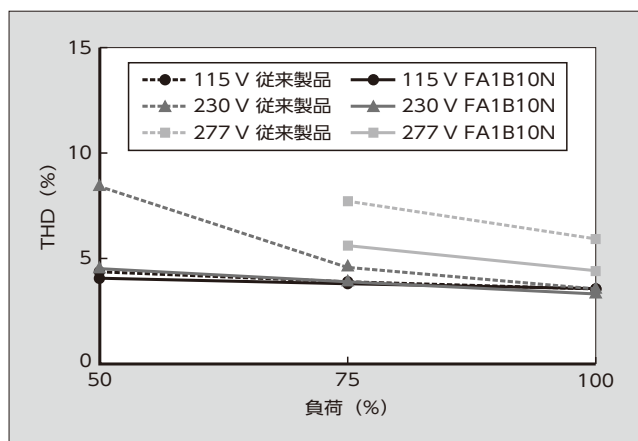


図 5 THD 特性

## 発売時期

2023 年 6 月

## お問い合わせ先

富士電機株式会社

半導体事業本部営業統括部営業第一部

電話 (03) 5435-7018

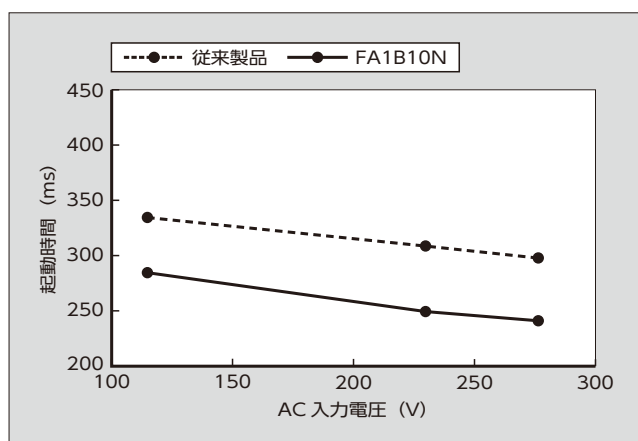


図 6 起動時間

~~~~~



＊本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。