

TB62781FNG / TB62D612FTG / TB62D786FTG / TB62D787FTG

使用上の注意点

概要

TB62781FNG および TB62D612FTG は、3.3 V - 5 V 系の 2 線 BUS で制御できる定電流 RGB-LED ドライバです。

TB62D786FTG および TB62D787FTG は、5 V 系の 1 線 BUS で制御できる定電流 RGB-LED ドライバです。

TB62781FNG および TB62D786FTG は 9 チャンネルの定電流出力によって 3 個の RGB-LED を点灯します。

TB62D612FTG および TB62D787FTG は、24 チャンネルの定電流出力によって 8 個の RGB-LED を点灯します。

どの製品も各チャンネル 7-bit の PWM 制御、64 個の ID 設定が可能です。

TB62D786FTG および TB62D787FTG については、内蔵 5 V レギュレータにより主電源(7 ~ 28 V)から動作可能です。

目次

概要	1
1. 製品比較 (TB62781FNG、TB62D612FTG、TB62D786FTG、TB62D787FTG).....	7
1.1. ブロック図および応用回路例	8
2. 電源電圧	10
2.1. 電源電圧の動作範囲	10
2.2. 電源端子用コンデンサ	10
2.3. 5Vレギュレータ入力 VL と出力 VLOUT.....	11
2.4. 低電圧監視回路 (POR).....	11
2.5. 電源投入および遮断時のデータ入力端子	12
2.6. 入力端子の tr、tf について.....	12
3. 出力電流と電流精度	13
3.1. 出力部の絶対最大定格.....	13
3.2. 出力電流の推奨範囲	13
3.2.1. TB62781FNG / TB62D612FTG の出力電流設定	13
3.2.2. TB62D786FTG / TB62D787FTG の出力電流設定	14
3.3. 出力の外付け抵抗による熱分散	15
4. 入力データと通信仕様.....	16
4.1. 2線入力 TB62781FNG / TB62D612FTG の通信仕様.....	16
4.1.1. 入力データの基本仕様 (2線)	16
4.1.2. 入力フォーマット (2線)	16
4.1.3. スタートコマンド (2線)	17
4.1.4. ピリオドコマンド (2線)	17
4.1.5. スレーブアドレス (2線、ID0-2端子で設定したICの固有番号).....	18
4.1.6. サブアドレス (2線、PWMデータを設定するLED出力の選択)	19
4.1.7. PWMデータ (2線、127階調).....	20
4.1.8. パケット入力 (2線、複数ICへのデータ通信).....	21
4.1.9. エラッタ: パケットのSCLK終了タイミングにより、次パケットの入力フォーマットを未受信にする動作	22
4.1.10. エラッタの発生と、その回避方法 (2線) ~重要~	23
4.1.11. エラッタの詳細 (2線)	24
4.2. 1線入力 TB62D786FTG / TB62D787FTG の通信仕様.....	26

4.2.1. 入力データの基本仕様 (1 線)	26
4.2.2. 入力フォーマット (1 線)	28
4.2.3. スタートコマンド (1 線)	29
4.2.4. ピリオドコマンド (1 線)	29
4.2.5. スレーブアドレス (1 線、ID0 - 2 端子で設定した IC の固有番号).....	30
4.2.6. サブアドレス (1 線、PWM データを設定する LED 出力の選択).....	31
4.2.7. PWM データ (1 線).....	33
4.2.8. パケット入力 (1 線、複数 IC へのデータ通信).....	34
4.2.9. エラッタ: パケットの SCLK 終了タイミングにより、次パケットの入力フォーマットを未受信にする動作	35
4.2.10. エラッタの発生と、その回避方法 (1 線) ~重要~	36
4.2.11. エラッタの詳細 (1 線)	37
4.3. TB62781FNG / TB62D612FTG で使用する 2 線入力信号から TB62D786FTG / TB62D787FTG で使用する 1 線入力信号を生成する方法	39
5. 消費電力と放熱設計	40
5.1. 消費電力	40
5.1.1. 定電流出力部が消費する電力 P(OUT)	40
5.1.2. ロジック部回路と 5V レギュレータ回路が消費する電力	40
5.2. 放熱設計	40
5.3. デイレーティンググラフ.....	41
5.3.1. TB62781FNG のデイレーティンググラフおよび許容損失 ($V_{CC}=5V$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0V$ 、基板実装時)	41
5.3.2. TB62D612FTG のデイレーティンググラフおよび許容損失 ($V_{CC}=5V$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0V$ 、基板実装時)	42
5.3.3. TB62D786FTG のデイレーティンググラフおよび許容損失 ($V_{CC}=5V$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0V$ 、基板実装時)	43
5.3.4. TB62D787FTG のデイレーティンググラフおよび許容損失 ($V_{CC}=5V$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0V$ 、基板実装時)	44
6. 参考フットパターン	45
6.1. TB62781FNG の参考フットパターン.....	45
6.2. TB62D612FTG の参考フットパターン.....	46
6.3. TB62D786FTG の参考フットパターン.....	47
6.4. TB62D787FTG の参考フットパターン.....	48
記載内容の留意点	49
使用上のご注意およびお願い事項	50
使用上の注意事項	50
使用上の留意点	51
製品取り扱い上のお願い.....	52

表目次

表 1-1 製品比較表	7
表 2-1 TB62781FNG / TB62D612FTG 電源電圧の動作範囲	10
表 2-2 TB62D786FTG / TB62D787FTG 電源電圧の動作範囲	10
表 2-3 推奨値 (電源端子用コンデンサ).....	10
表 2-4 データ入力端子	12
表 3-1 出力部の絶対最大定格.....	13
表 3-2 TB62781FNG / TB62D612FTG の出力特性.....	13
表 3-3 TB62D786FTG / TB62D787FTG の出力特性.....	14
表 4-1 入カタイミング (2線)	16
表 4-2 スレーブアドレス (2線、抜粋).....	18
表 4-3 サブアドレス(2線、抜粋).....	19
表 4-4 PWM データ (2線、抜粋).....	20
表 4-5 入カタイミング (1線)	27
表 4-6 スレーブアドレス (1線、抜粋).....	30
表 4-7 サブアドレス (1線、抜粋).....	32
表 4-8 PWM データ (1線、抜粋).....	33

目次

図 1.1	TB62781FNG 応用回路例	8
図 1.2	TB62D612FTG 応用回路例	8
図 1.3	TB62D786FTG 応用回路例	9
図 1.4	TB62D787FTG 応用回路例	9
図 2.1	電源の接続	10
図 2.2	TB62D786FTG / TB62D787FTG の VL 電圧と VLOUT 電圧.....	11
図 2.3	低電圧監視回路 (POR).....	11
図 2.4	入力等価回路.....	12
図 3.1	I _{OUT1} - R _{EXT} TB62781FNG / TB62D612FTG 共通.....	13
図 3.2	I _{OUT1} - R _{EXT} TB62D786FTG / TB62D787FTG 共通.....	14
図 3.3	外付け抵抗 RR の接続 (TB62D786FTG/TB62D787FTG の例).....	15
図 4.1	入力データ (2 線).....	16
図 4.2	基本フォーマット (2 線).....	16
図 4.3	スタートコマンド (2 線).....	17
図 4.4	ピリオドコマンド (2 線).....	17
図 4.5	ピリオドコマンド例 1 (2 線).....	17
図 4.6	ピリオドコマンド例 2 (2 線).....	17
図 4.7	スレーブアドレス (2 線)	18
図 4.8	サブアドレス(2 線).....	19
図 4.9	PWM データ (2 線).....	20
図 4.10	スレーブアドレスの異なる 2 つの IC が存在するモデルで スレーブアドレスが同じ IC へのパケット通信イメージ(2 線)	21
図 4.11	ピリオドコマンド後の PWM データの更新と受信初期化のタイミング (2 線)	22
図 4.12	エラーが発生する SCLK のタイミング (2 線)	22
図 4.13	エラーとスタートコマンド不成立	23
図 4.14	エラーの対策(1) SCLK を 1 つ付与する例 (2 線).....	23
図 4.15	エラーの対策(2) 1 byte のダミーデータで SCLK を 8 つ付与する例 (2 線)	23
図 4.16	SCLK と PWM カウンタ、PWM カウンタ 127 のタイミングが時間的に早い例 (2 線)	24
図 4.17	SCLK と PWM カウンタ、PWM カウンタ 127 のタイミングが時間的に遅い例 (2 線)	24
図 4.18	入力データ (1 線).....	26

図 4.19 通信タイミング (1 線).....	27
図 4.20 基本フォーマット (1 線)	28
図 4.21 スタートコマンド (1 線)	29
図 4.22 ピリオドコマンド (1 線)	29
図 4.23 スレーブアドレス (1 線).....	30
図 4.24 サブアドレス (1 線)	31
図 4.25 PWM データ (1 線、127 階調).....	33
図 4.26 スレーブアドレスの異なる 2 つの IC が存在するモデルで スレーブアドレスが同じ IC へのパケット通信イメージ(1 線)	34
図 4.27 ピリオドコマンド後の PWM データの更新と受信初期化のタイミング (復調後)	35
図 4.28 エラッタが発生する SCLK のタイミング (復調後).....	35
図 4.29 エラッタとスタートコマンド不成立 (復調後).....	36
図 4.30 エラッタの対策(1) データ"1"を 1 つ付与する例 (1 線)	36
図 4.31 エラッタの対策(2) データ"1"を 4 つ付与する例 (1 線)	36
図 4.32 DATA-IN と PWM カウンタ、PWM カウンタ 127 のタイミングが早い例 (1 線).....	37
図 4.33 DATA-IN と PWM カウンタ、PWM カウンタ 127 のタイミングが遅い例 (1 線).....	37
図 4.34 SCLK、SDA と DATA-IN の論理	39
図 4.35 SCLK、SDA から DATA-IN への変換回路.....	39
図 4.36 変換回路のタイミングチャート.....	39
図 5.1 $T_j=135^{\circ}\text{C}$ 、 $T_a=25/55/85^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{OUT(ON)}}=1.0\text{V}$ の概算デレーティンググラフ.....	41
図 5.2 T_j の最大値を $120/135/150^{\circ}\text{C}$ としたときの許容損失.....	41
図 5.3 $T_j=135^{\circ}\text{C}$ 、 $T_a=25/55/85^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{OUT(ON)}}=1.0\text{V}$ の概算デレーティンググラフ.....	42
図 5.4 T_j の最大値を $120/135/150^{\circ}\text{C}$ としたときの許容損失.....	42
図 5.5 $T_j=135^{\circ}\text{C}$ 、 $T_a=25/55/85^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{OUT(ON)}}=1.0\text{V}$ の概算デレーティンググラフ.....	43
図 5.6 T_j の最大値を $120/135/150^{\circ}\text{C}$ としたときの許容損失.....	43
図 5.7 $T_j=135^{\circ}\text{C}$ 、 $T_a=25/55/85^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{OUT(ON)}}=1.0\text{V}$ の概算デレーティンググラフ.....	44
図 5.8 T_j の最大値を $120/135/150^{\circ}\text{C}$ としたときの許容損失.....	44

1. 製品比較 (TB62781FNG、TB62D612FTG、TB62D786FTG、TB62D787FTG)

各製品の主な仕様を表 1-1 に示します。

表 1-1 製品比較表

Item	TB62781FNG	TB62D612FTG	TB62D786FTG	TB62D787FTG
Process	BiCD0.6	BiCD0.13	BiCD0.13	BiCD0.13
Interface	2-signal SPI BUS	2-signal SPI BUS	1-signal BUS	1-signal BUS
Linear Regulator Supply Voltage	—	—	7.0 ~ 28 V	7.0 ~ 28 V
Vcc Supply Voltage	3.0 ~ 5.5 V	3.0 ~ 5.5 V	4.5 ~ 5.5 V	4.5 ~ 5.5 V
LED Anode Supply Voltage	28 V	28 V	28 V	28 V
Recommend Output Current	5 ~ 40 mA	5 ~ 40 mA	5 ~ 40 mA	5 ~ 40 mA
Number of Channel	9 チャンネル	24 チャンネル	9 チャンネル	24 チャンネル
PWM Control Range	7 bits	7 bits	7 bits	7bits
Number of IDs (Slave address)	0 ~ 63	0 ~ 63	0 ~ 63	0 ~ 63
Package	20-pin SSOP	36-pin WQFN	24-pin VQFN	40-pin VQFN

1.1. ブロック図および応用回路例

2線入力で制御できる9および24チャンネルの定電流LEDドライバ TB62781FNG / TB62D612FTG

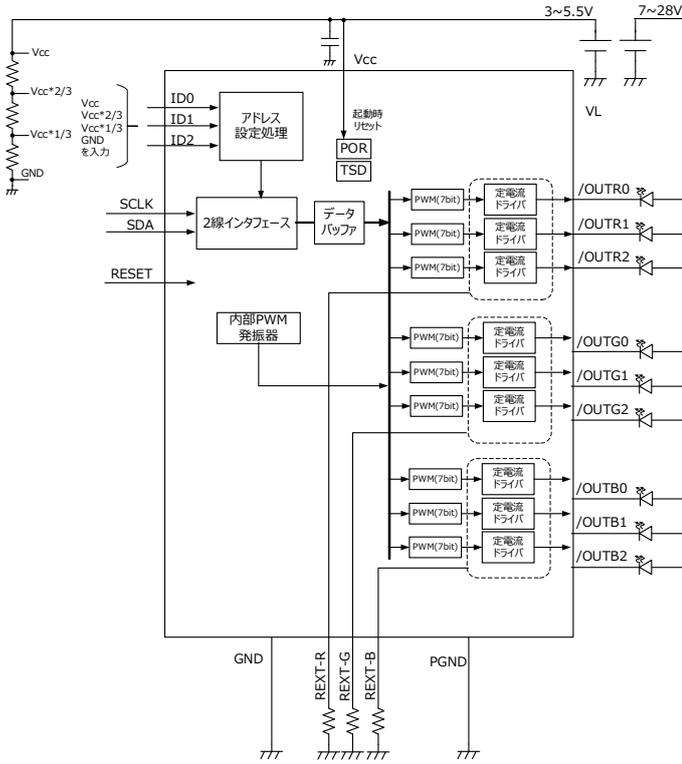


図 1.1 TB62781FNG 応用回路例

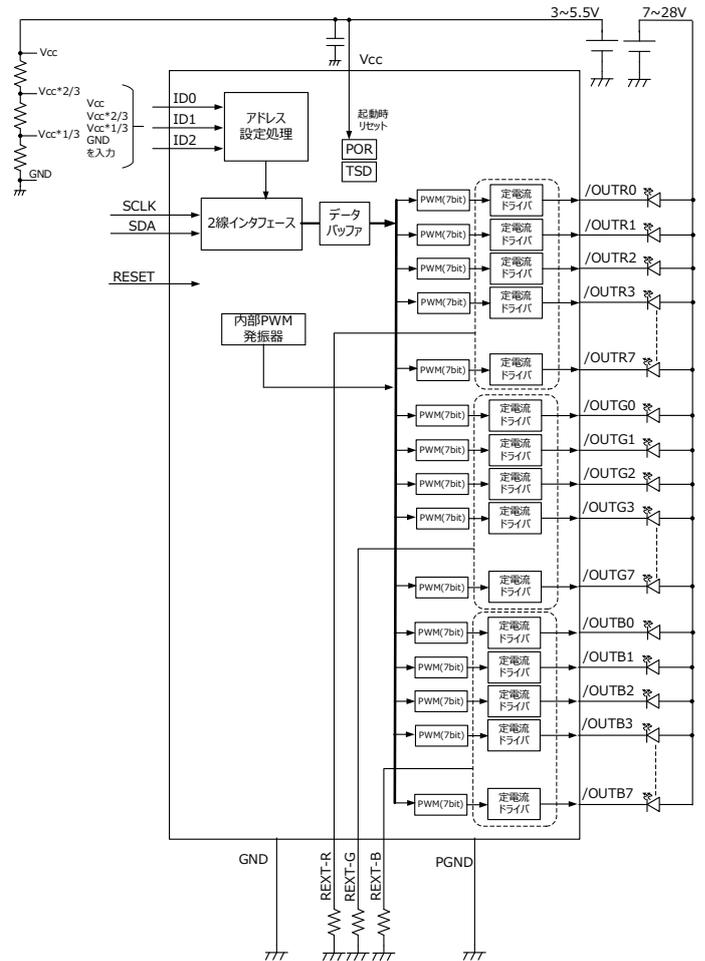


図 1.2 TB62D612FTG 応用回路例

1線入力で制御できる9および24チャンネルの定電流LEDドライバ TB62D786FTG / TB62D787FTG

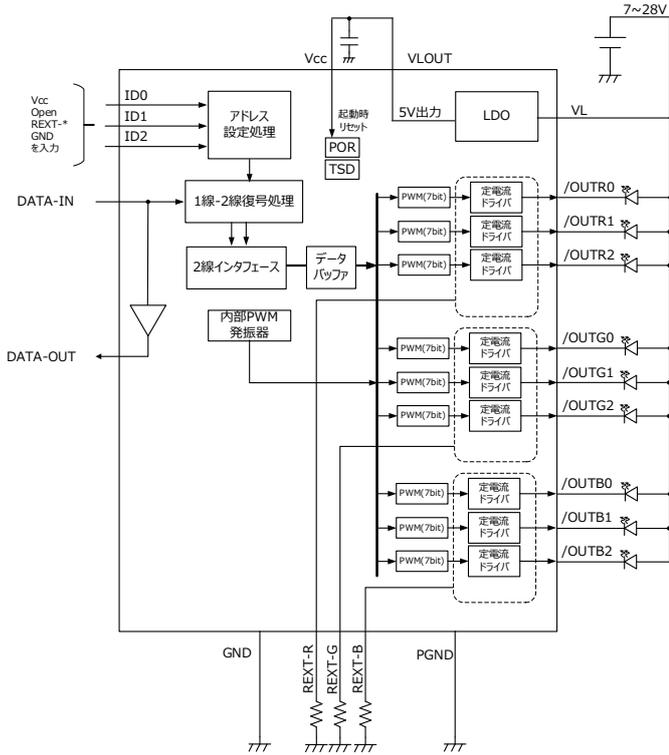


図 1.3 TB62D786FTG 応用回路例

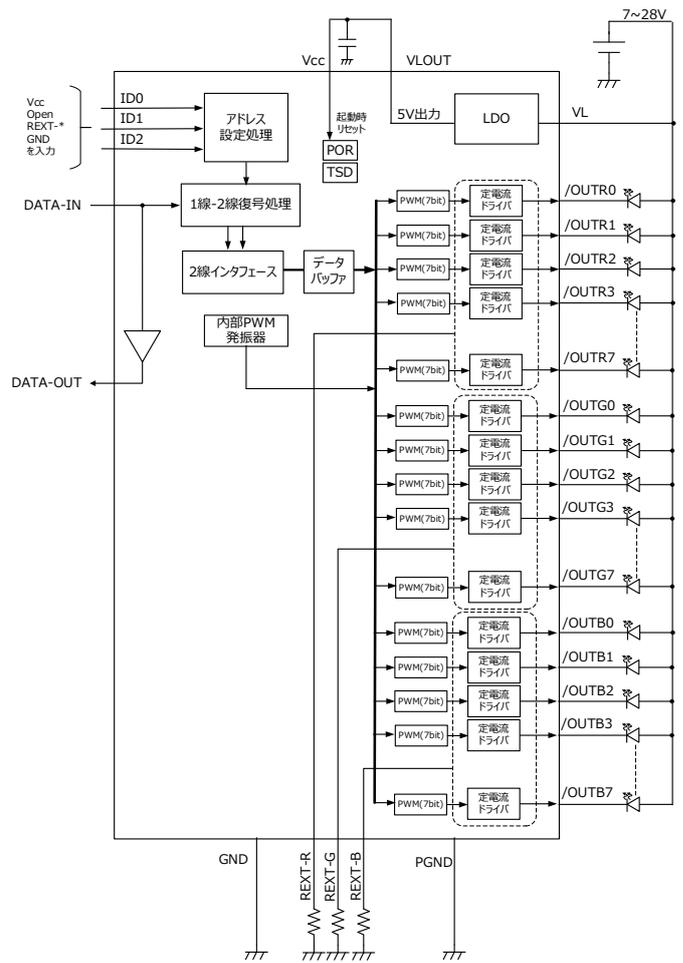


図 1.4 TB62D787FTG 応用回路例

2. 電源電圧

2.1. 電源電圧の動作範囲

表 2-1 TB62781FNG / TB62D612FTG 電源電圧の動作範囲

項目	記号	動作範囲	絶対最大定格	単位	Note
電源電圧	Vcc	3.0 ~ 5.5	6.0	V	Vcc 端子

表 2-2 TB62D786FTG / TB62D787FTG 電源電圧の動作範囲

項目	記号	動作範囲	絶対最大定格	単位	Note
VL 端子電源電圧	VL	7.0 ~ 28	29	V	VL 端子 VLOUT 端子が 5 V 出力
Vcc 端子電源電圧	Vcc	4.5 ~ 5.5	6.0	V	Vcc 端子 VLOUT 端子と接続

電源の接続:

TB62D786FTG / TB62D787FTG は、VL 端子が入力で VLOUT 端子が +5 V 出力の 5 V レギュレータを内蔵しています。VL 端子を主電源にして、VLOUT 端子と Vcc 端子を接続して使うことができます。

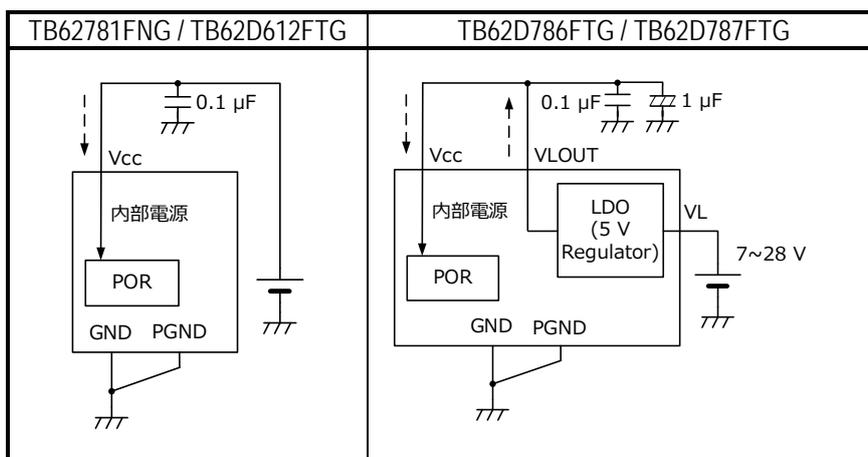


図 2.1 電源の接続

2.2. 電源端子用コンデンサ

コンデンサは、できるだけ IC の近くに接続してください。

表 2-3 推奨値 (電源端子用コンデンサ)

項目	推奨値	備考
Vcc 端子 - GND	≥ 0.1 μF	セラミックコンデンサ
VLOUT 端子 - GND	≥ 0.1 μF	セラミックコンデンサ
	≥ 1 μF	電解コンデンサ

2.3. 5Vレギュレータ入力 VL と出力 VLOUT

TB62D786FTG / TB62D787FTG の内蔵 5Vレギュレータ出力 VLOUT は、VL 電圧が 5V を超えると出力を始めて、VL 電圧が 7V 以上になると安定します。

また、VLOUT 端子 - GND 間のコンデンサ(1.0 μ F)の充電時間(T)として約 0.5 ms が目安です。

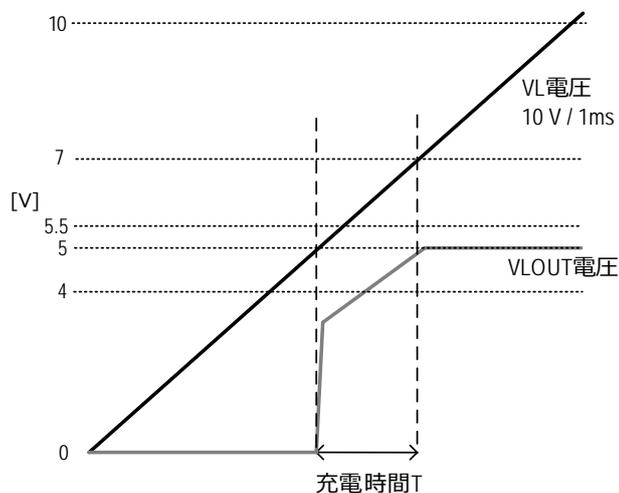


図 2.2 TB62D786FTG / TB62D787FTG の VL 電圧と VLOUT 電圧

2.4. 低電圧監視回路 (POR)

Vcc 端子を低電圧監視回路(POR)で監視し、起動時に初期リセットを行っています。

Vcc 電圧が動作範囲になってからデータ入力を開始してください。VLOUT 端子と Vcc 端子を接続する場合も同様です。

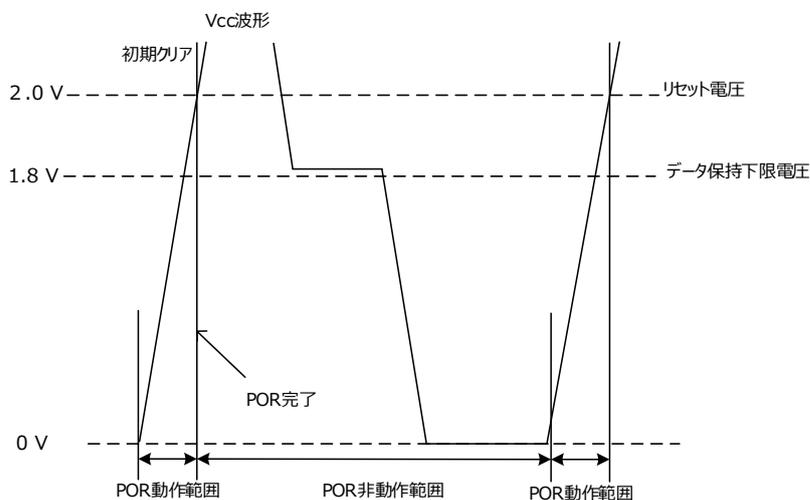


図 2.3 低電圧監視回路 (POR)

2.5. 電源投入および遮断時のデータ入力端子

Vcc 電源投入時のデータ入力端子処理を表 2-4 に示します。

図 2-4 のとおり、データ入力 - Vcc 間に保護ダイオードがある TB62781FNG / TB62D612FTG / TB62D786FTG は、電源投入時に Low レベル、Vcc が動作範囲に入ってからデータ入力を開始します。

電源遮断は、データを Low レベルにしてから行ってください。

TB62D787FTG は、トレラント対応入力です。

表 2-4 データ入力端子

製品名	通信電圧系	電源投入時の入力	データ入力端子
TB62781FNG / TB62D612FTG	3.3 V - 5 V CMOS	Low	SDA, SCLK
TB62D786FTG	5 V CMOS	Low / High	DATA-IN
TB62D787FTG			

注: Low = 0.3×Vcc、High = 0.7×Vcc です。

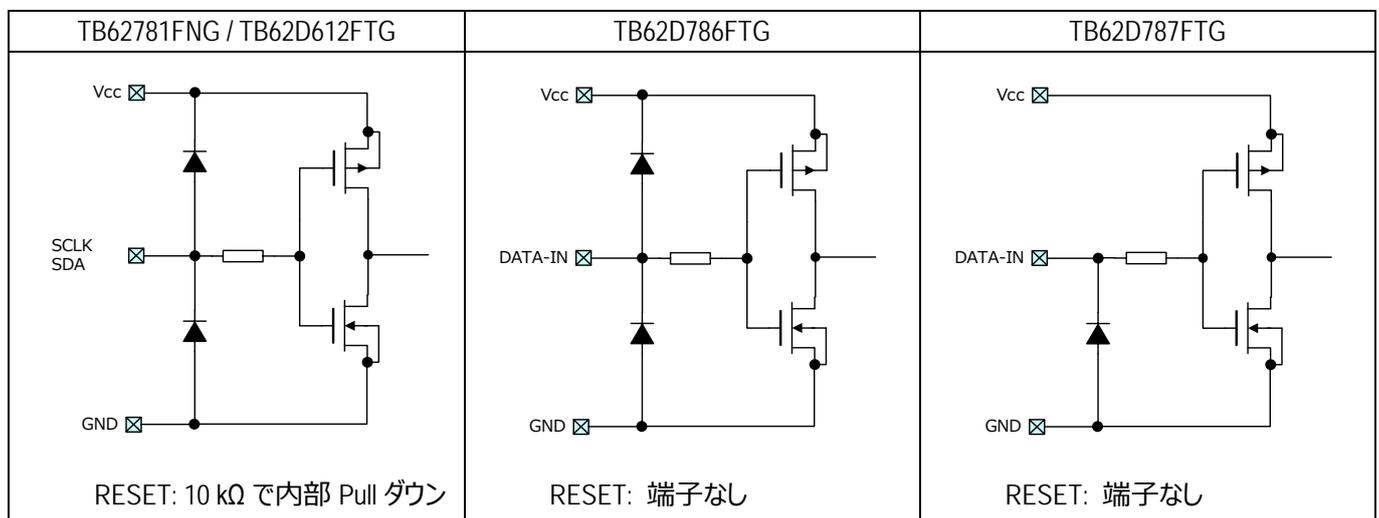


図 2.4 入力等価回路

2.6. 入力端子の tr、tf について

入力端子には 0.2 ~ 0.4V の小さいヒステリシス幅があります。

入力波形のリプルが 0.2V 幅以下であれば、ローパスフィルタなどで tr、tf を鈍らせることができます。

参考として、経験的な値を以下に示します。

表 2.5 入力端子の tr、tf

項目	記号	端子	最大	単位
入力立ち上がり時間	tr_max	SCLK, SDA, DATA-IN	500	ns
入力立ち下がり時間	tf_max	SCLK, SDA, DATA-IN	500	ns

必ず、LED の点灯制御に問題がないことを確認してください。

3. 出力電流と電流精度

3.1. 出力部の絶対最大定格

絶対最大定格は瞬時たりとも超えてはならない値ですので、出力電流は電流精度を考慮して 80 mA を上限に設定します。また、出力電圧は LED 電源のリップルを考慮して 29 V を超えないようにします。

表 3-1 出力部の絶対最大定格

項目	記号	絶対最大定格	単位	Note
出力電流	I _{OUT}	85	mA	1 チャンネルあたり
出力電圧	V _{OUT}	-0.3 - 29	V	—

3.2. 出力電流の推奨範囲

出力電流は、1 チャンネルあたり 5 ~ 40 mA を推奨します。

TB62781FNG / TB62D612FTG のオン時の出力電圧 V_{OUT(ON)}は 0.4 ~ 4.0 V の範囲で、TB62D786FTG / TB62D787FTG では 0.5 ~ 4.0 V の範囲で、定電流特性を保証します。

出力電圧が十分大きいとき、出力損失も大きくなりますので注意が必要です。

3.2.1. TB62781FNG / TB62D612FTG の出力電流設定

表 3-2 TB62781FNG / TB62D612FTG の出力特性

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
出力電流	I _{OUT1}	V _{OUT(ON)} =0.4 V, R _{EXT} =1.2 kΩ, V _{CC} =5 V	12.69	13.5	14.31	mA
出力電流チャンネル間誤差	ΔI _{OUT2}	V _{OUT(ON)} =0.4 V, R _{EXT} =1.2 kΩ, 全チャンネル ON, V _{CC} =5 V	—	—	±3.0	%
出力電圧	V _{OUT(ON)}	全出力	0.4	—	4	V

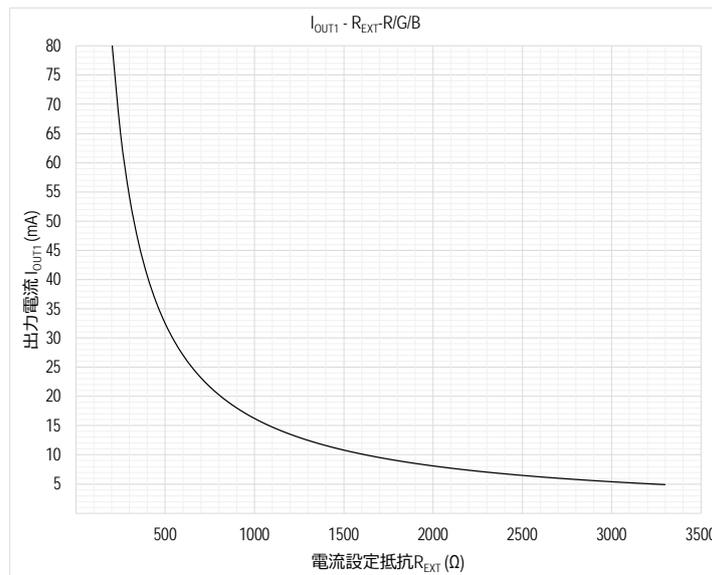


図 3.1 I_{OUT1} - R_{EXT} TB62781FNG / TB62D612FTG 共通

概算式: 出力電流(mA) = 14.5 × 1.12(V) ÷ R_{EXT} (Ω)

このグラフは標準値です。R_{EXT} 抵抗と出力電流の IC 間定電流誤差、チャンネル間定電流誤差があります。

R_{ext}-R/G/B 端子電圧=1.12 V(標準)ですので、抵抗器の消費電力は、

$$V^2 \div R = 1.12 \times 1.12 \div 1.2 \text{ k}\Omega = 1.04 \text{ mW}$$

です。

3.2.2. TB62D786FTG / TB62D787FTG の出力電流設定

表 3-3 TB62D786FTG / TB62D787FTG の出力特性

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
出力電流	I _{OUT1}	V _{OUT(ON)} =0.5 V、R _{EXT} =1.2 k Ω 、V _{CC} =5 V	12.5	13.3	14.1	mA
出力電流チャンネル間誤差	Δ I _{OUT2}	V _{OUT(ON)} =0.5 V、R _{EXT} =1.2 k Ω 、全チャンネル ON、V _{CC} =5 V	—	—	\pm 3.0	%
出力電圧	V _{OUT(ON)}	全出力	0.5	—	4	V

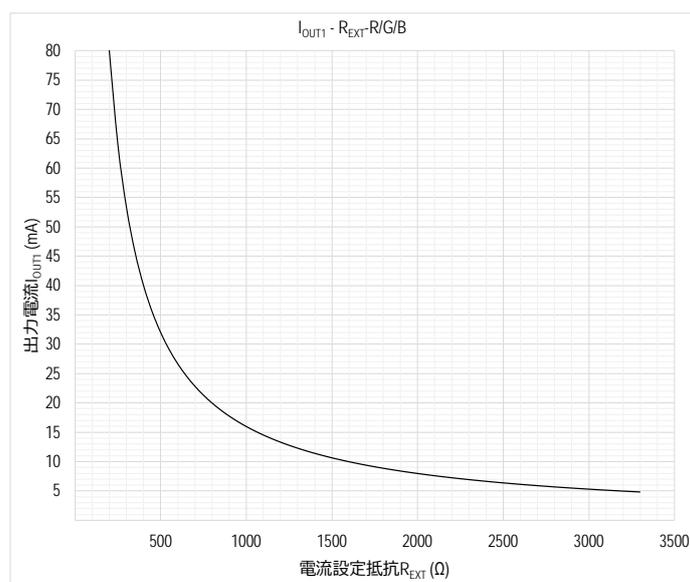


図 3.2 I_{OUT1} - R_{EXT} TB62D786FTG / TB62D787FTG 共通

概算式: 出力電流(mA) = 14.18 × 1.128(V) ÷ R_{EXT}(Ω)

このグラフは標準値です。R_{EXT} 抵抗と出力電流の IC 間定電流誤差、チャンネル間定電流誤差があります。
R_{EXT}-R/G/B 端子電圧=1.128 V(標準)ですので、抵抗器の消費電力は、

$$V^2 \div R = 1.128 \times 1.128 / 1.2 \text{ k}\Omega = 1.06 \text{ mW}$$

です。

3.3. 出力の外付け抵抗による熱分散

オン時出力電圧が 0.4 V (TB62781FNG、TB62D612FTG)または 0.5 V (TB62D786FTG、TB62D787FTG)を超えて余剰のとき、各出力の損失によって発熱が生じます。

9 チャンネル (TB62781FNG、TB62D786FTG)、24 チャンネル (TB62D612FTG、TB62D787FTG)を同時点灯し、IC に損失が集中しますと、出力電流を制限して使わなければならないため、図 3-3 のように、出力に抵抗を外付けして、消費電力を抵抗に分散させる方法を用います。

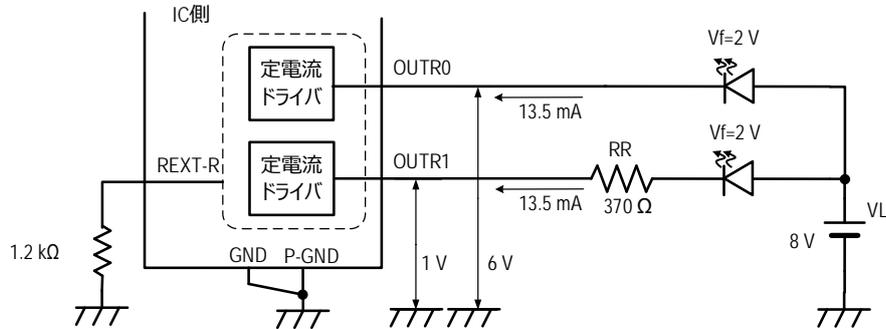


図 3.3 外付け抵抗 RR の接続 (TB62D786FTG/TB62D787FTG の例)

図 3-3 は、赤色 LED を点灯する OUTR0 と OUTR1 を例にしています。

OUTR0 端子は、オン時出力電圧 6 V と LED 電流 13.5 mA の積の 81 mW を消費します。

$$P_w(\text{OUTR0}) \doteq (V_L - V_f) \times \text{LED 電流} = (8 - 2) \times 13.5 \text{ mA} = 81 \text{ mW}$$

OUTR1 端子は、外付け抵抗 RR で 5 V の電圧降下があるので、オン時出力電圧 1 V と LED 電流 13.5 mA の積の 13.5 mW を消費します。

$$P_w(\text{OUTR1}) \doteq (V_L - V_f - \text{電圧降下}) \times \text{LED 電流} = (8 - 2 - 5) \times 13.5 \text{ mA} = 13.5 \text{ mW}$$

抵抗 RR は、LED 電流 13.5 mA で、5 V の電圧降下になる値を選びます。

$$RR = 5 \text{ V} / 13.5 \text{ mA} = 370 \Omega$$

この抵抗 RR は、必ず接続する素子ではありませんが、IC の発熱の集中を抑制することができますので使用条件に応じて接続を推奨します。

TB62D786FTG / TB62D787FTG の場合:

1 線入力 LED ドライバで、VL 端子を主電源とする場合、VL 端子から VLOUT 端子にある内蔵 5 V レギュレータの損失も発生しますので注意してください。

4. 入力データと通信仕様

4.1.2 線入力 TB62781FNG / TB62D612FTG の通信仕様

ここからは TB62781FNG および TB62D612FTG の 2 線入力通信仕様について説明します。

4.1.1. 入力データの基本仕様 (2 線)

基本単位は図 4-1 のとおりです。SCLK の立ち上がりエッジで SDA のデータ"0"または"1"を受信します。

SCLK は最大 10 MHz です。クロック同期タイプですので周波数は遅くても構いません。

各タイミングは、表 4-1 を参考にしてください。

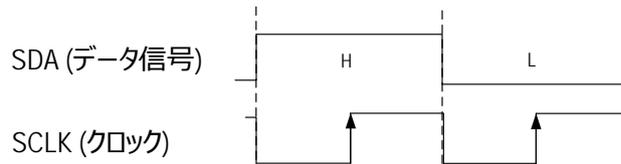


図 4.1 入力データ (2 線)

表 4-1 入力タイミング (2 線)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
SCLK クロック周波数	fCLK	SCLK	—	—	10	MHz
データセットアップ時間	tSU;DAT	SDA-SCLK	10	—	—	ns
データホールド時間	tHD;DAT	SCLK-SDA	10	—	—	
SCLK クロックの"L"期間	tLOW	SCLK の L パルス幅	50	—	—	
SCLK クロックの"H"期間	tHIGH	SCLK の H パルス幅	50	—	—	

4.1.2. 入力フォーマット (2 線)

1 つの IC への入力フォーマットは図 4-2 のとおりです。

スタートコマンド、スレーブアドレス、サブアドレス、PWM データ、ピリオドコマンドの順に MSB ファーストで入力します。

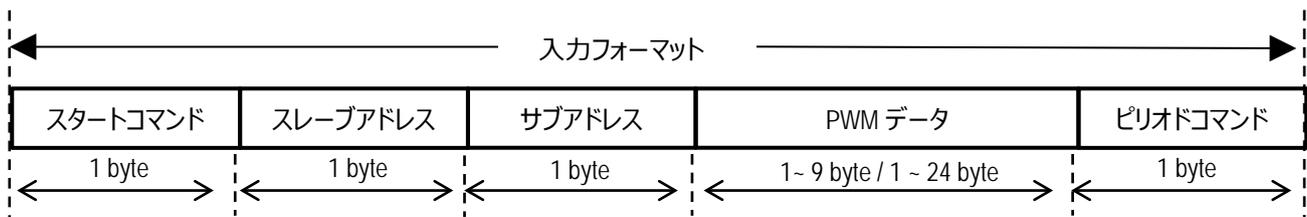


図 4.2 基本フォーマット (2 線)

- スタートコマンド (1 byte) : 入力開始判定
- スレーブアドレス (1 byte) : IC の ID 番号(最大 64 個)
- サブアドレス (1 byte) : PWM データを入力する LED 出力指定
- PWM データ (1 ~ 9 byte または 1 ~ 24 byte) : サブアドレスで指定した出力に送信する 127 階調の PWM データ
TB62781FNG は 1 (1 チャネル) ~ 9 byte (9 チャネル)
TB62D612FTG は 1 (1 チャネル) ~ 24 byte (24 チャネル)
- ピリオドコマンド (1 byte) : 通信完了判定

次ページから、各コマンドを説明します。

4.1.3. スタートコマンド (2 線)

図 4-3 のとおり、“1”を 8 回以上連続で受信すると、入力フォーマットのスタートコマンドと認識します。
必ず“0”であるスレーブアドレスの MSB を受信して、以降のスレーブアドレスを含むデータ受信を行います。

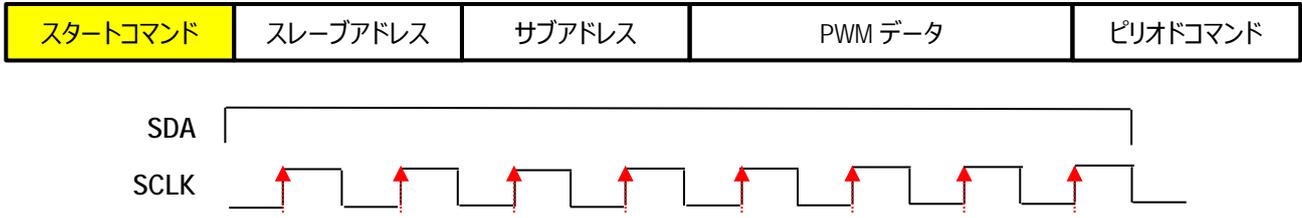


図 4.3 スタートコマンド (2 線)

4.1.4. ピリオドコマンド (2 線)

図 4-4 のとおり、“10000001”を受信して、ピリオドコマンドと認識します。

PWM データを出力に反映するため、8 回目の SCLK の立ち下がりがが必要です。そのあと、スタートコマンドの再入力待ちます。

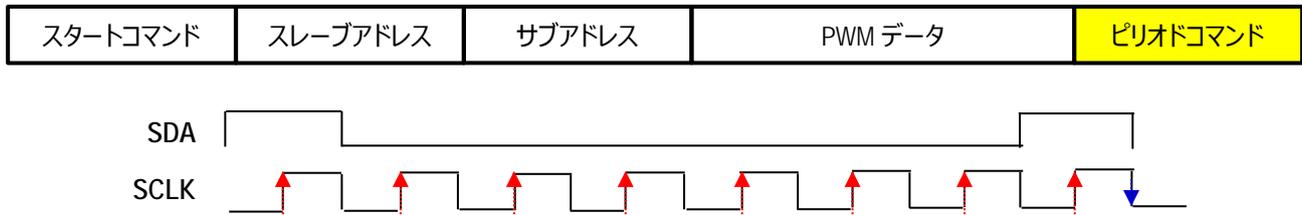


図 4.4 ピリオドコマンド (2 線)

<重要>

TB62D612FTG は、ピリオドコマンドの SCLK について末尾の 8 回目の立ち下がりまで入力してください。
お使いの環境により、SCLK のアイドルが H レベル / L レベルがありますので、図 4-5 および図 4-6 を参考にしてください。

SCLK のアイドルが L レベルのとき

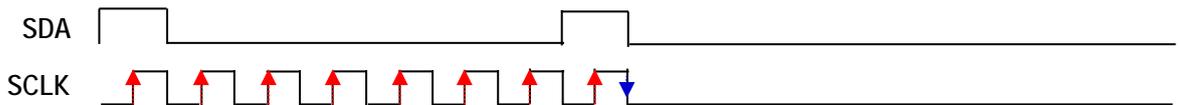


図 4.5 ピリオドコマンド例 1 (2 線)

SCLK のアイドルが H レベルのとき

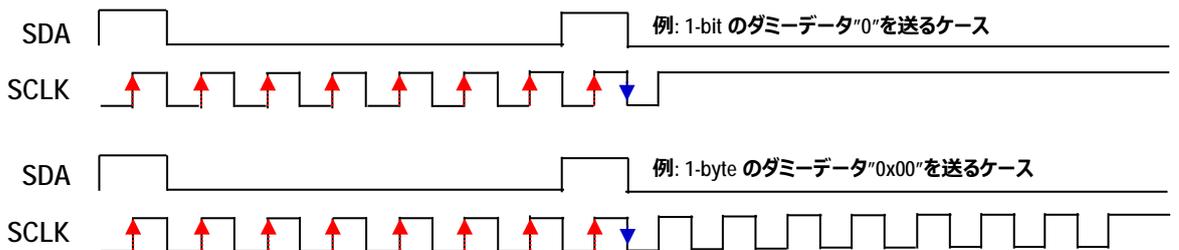


図 4.6 ピリオドコマンド例 2 (2 線)

4.1.5. スレーブアドレス (2 線、ID0 ~ 2 端子で設定した IC の固有番号)

図 4-7 のとおり、スレーブアドレスは ID0 ~ 2 端子(最大 64 個、0 ~ 63 番)で設定した ID 番号を入力します。MSB ファーストで入力し、全選択を除いて、MSB と LSB を“0”にした中間データでスレーブアドレスを設定します。LSB に“1”を入力すると、中間データに関係なく、全ての IC の PWM データを設定できますので、ソフトウェア・リセットとしてお使いいただけます。

スタートコマンド	スレーブアドレス	サブアドレス	PWM データ	ピリオドコマンド
----------	----------	--------	---------	----------



図 4.7 スレーブアドレス (2 線)

表 4-2 に、技術資料よりスレーブアドレス 0 ~ 11 番および全選択のみ抜粋して示します。技術資料にないスレーブアドレスは受信しませんが、出荷セットについては安全のため入力しないことを推奨します。

表 4-2 スレーブアドレス (2 線、抜粋)

ID	スレーブアドレス		ID 端子設定		
	スレーブアドレス	10 進数	ID2	ID1	ID0
0	"00000000"	0	GND	GND	GND
1	"00000010"	1	GND	GND	Vcc×1/3
2	"00000100"	2	GND	GND	Vcc×2/3
3	"00000110"	3	GND	GND	Vcc
4	"00001000"	4	GND	Vcc×1/3	GND
5	"00001010"	5	GND	Vcc×1/3	Vcc×1/3
6	"00001100"	6	GND	Vcc×1/3	Vcc×2/3
7	"00001110"	7	GND	Vcc×1/3	Vcc
8	"00010000"	8	GND	Vcc×2/3	GND
9	"00010010"	9	GND	Vcc×2/3	Vcc×1/3
10	"00010100"	10	GND	Vcc×2/3	Vcc×2/3
11	"00010110"	11	GND	Vcc×2/3	Vcc
～中略～					
63	"01111110"	63	Vcc	Vcc	Vcc
—	"0XXXXXX1"	-	全選択		

4.1.6. サブアドレス (2 線、PWM データを設定する LED 出力の選択)

図 4-8 のとおり、サブアドレスは、PWM データによって制御する LED 出力選択データを入力します。

MSB ファーストで入力し、MSB と LSB を“0”にした中間データでサブアドレスを設定します。

出力選択は 3 モードあります。

1. 出力チャンネル設定: 指定した LED 出力のみ選択
2. 全チャンネル設定: 9 チャンネル全て(TB62781FNG のとき)、または 24 チャンネル全て(TB62D612FTG のとき)の LED 出力を選択
3. 特別: OUTR0 から順番に、TB62781FNG のときは OUTB2 まで 9 チャンネル LED 出力を、TB62D612FTG のときは OUTB7 まで 24 チャンネル LED 出力を連続して順番に選択
OUTR0→G0→B0、OUTR1→G1→B1 … OUTR7→G7→B7 のように LED 出力がインクリメントします。(TB62D612FTG の例)

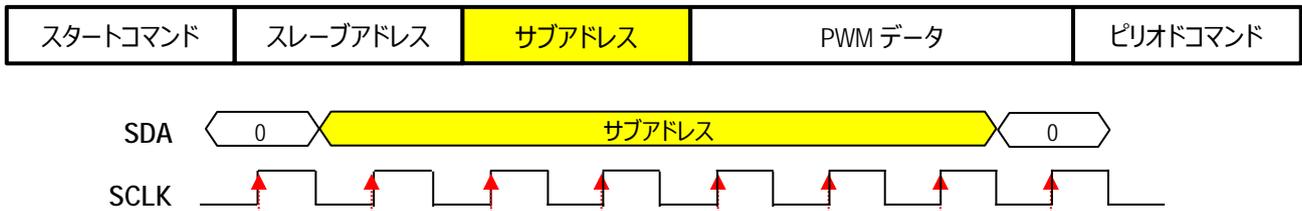


図 4.8 サブアドレス(2 線)

表 4-3 に、技術資料より出力チャンネル設定モードは OUTR0 - OUTB2 および OUTR7 - OUTB7 を抜粋したものと、全チャンネル設定モード、特別モードを示します。

技術資料にないサブアドレスは受信しませんが、出荷セットについては安全のため入力しないことを推奨します。

表 4-3 サブアドレス(2 線、抜粋)

サブアドレス	LED 出力		PWM データの設定対象
	TB62781	TB62D612	
"00000010"	/OUTR0		指定した LED 出力を選択 TB62781:全チャンネル選択
"00000100"	/OUTG0		
"00000110"	/OUTB0		
"00001000"	/OUTR1		
"00001010"	/OUTG1		
"00001100"	/OUTB1		
"00001110"	/OUTR2		
"00010000"	/OUTG2		
"00010010"	/OUTB2		
"00010100"	-	/OUTR3	
～中略～			
"00100000"	全チャンネル設定	/OUTR5	
～中略～			
"00101100"	-	/OUTR7	
"00101110"	-	/OUTG7	
"00110000"	-	/OUTB7	
"01000000"	-	全チャンネル設定	TB62D612:全チャンネル選択
"01100000"	特別		9 チャンネル、または 24 チャンネル LED 出力を連続して順番に選択

4.1.7. PWM データ (2 線、127 階調)

図 4-9 のとおり、選択した LED 出力を制御する PWM データを設定します。

1. 出力チャンネル設定: 1 byte
2. 全チャンネル設定: 1 byte
3. 特別: 9 byte または 24 byte

3 のサブアドレス設定では、PWM データをピリオドコマンドに置き換えることで、設定の中断が可能です。

PWM データを受信または更新しない LED 出力は、入力済の PWM データによって動作します。

MSB ファーストで入力し、LSB を"0"にした中間データで PWM データを設定します。

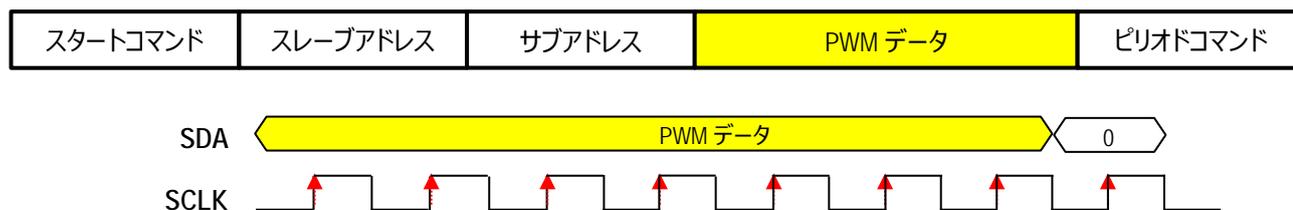


図 4.9 PWM データ (2 線)

表 4-4 に、技術資料より PWM データのうち、0/127 ~ 8/127 および 119/127 ~ 127/127 を抜粋して示します。
技術資料にない PWM データは受信しませんが、出荷セットについては安全のため入力しないことを推奨します。

表 4-4 PWM データ (2 線、抜粋)

データ	PWM 調光	備考
00000000	0/127	初期状態は、0/127 設定で常時オフです。 LSB は"0"を設定し、"1"は設定しないでください。 127/127 は、常時オンになります。
00000010	1/127	
00000100	2/127	
00000110	3/127	
00001000	4/127	
00001010	5/127	
00001100	6/127	
00001110	7/127	
00010000	8/127	
～中略～		
11101110	119/127	
11110000	120/127	
11110010	121/127	
11110100	122/127	
11110110	123/127	
11111000	124/127	
11111010	125/127	
11111100	126/127	
11111110	127/127	

4.1.8. パケット入力 (2 線、複数 IC へのデータ通信)

図 4-10 は、スレーブアドレスが異なる 2 個の IC についての通信モデルを示しています。

あるフレーム周期(fps)で、スレーブアドレスが異なる IC 2 個分の入力フォーマットを連続したパケットで通信します。

パケット終了後は、次のフレームの先頭まで SDA や SCLK はアイドルとなり、データ通信をしない前提です。

このとき、あるパケット($t=n, n+1, n+2 \dots$)と次のパケット($t=n+1, n+2, n+3 \dots$)は、同じスレーブアドレスの IC に入力するピリオドコマンド 8 回目のダウンエッジ同士の間隔を 3 ms 以上空けて通信してください。

内部 PWM カウンタが最長 3 ms で 1 周しています。ピリオドコマンド後の最初のカウンタ値 MAX のイベントを待つ PWM データを更新します。イベントを待つ間に、同じ LED 出力に PWM データを再入力しても受信しないためです。

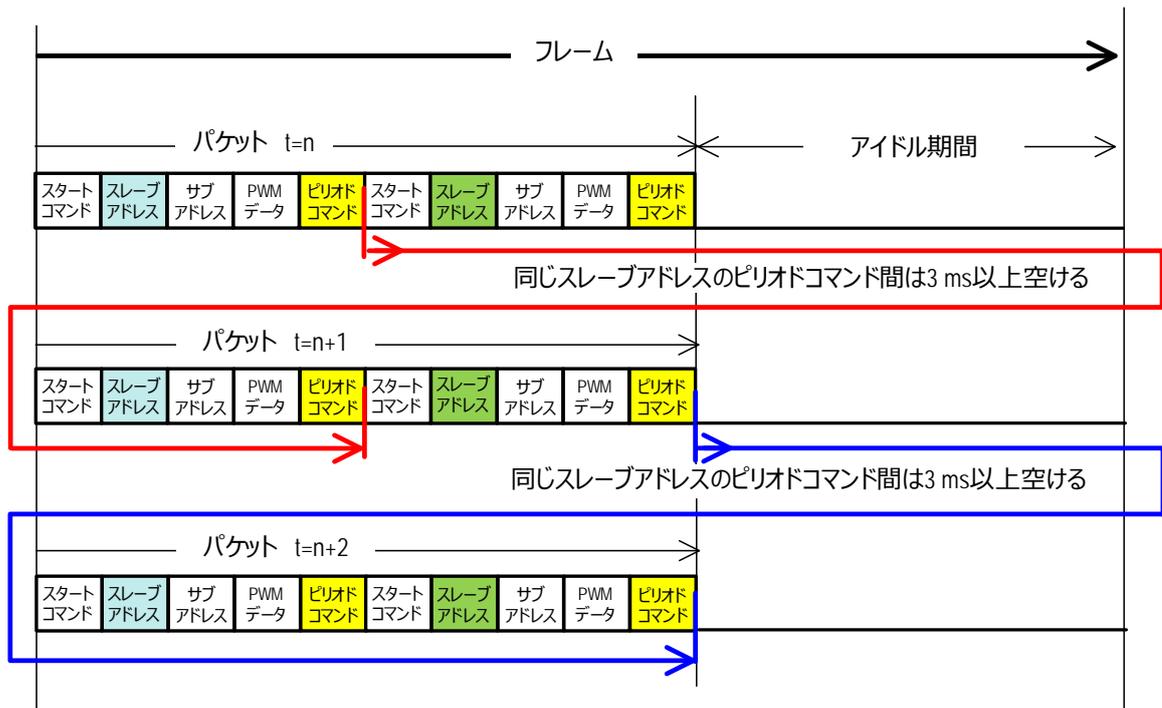


図 4.10 スレーブアドレスの異なる 2 つの IC が存在するモデルで
スレーブアドレスが同じ IC へのパケット通信イメージ(2 線)

<重要>

4.1.9. エラッタ: パケットの SCLK 終了タイミングにより、次パケットの入力フォーマットを未受信にする動作

2線入力 24チャンネルの TB62D612FTG が対象です。TB62781FNG は対象外です。

図 4.11 は、パケットのピリオドコマンド入力後の最初の内部 PWM カウンタ値が 127 のときに、PWM データ(DATA "A")の更新と受信初期化を行う様子を示します。

1パケットによする時間は、入力フォーマット数や SCLK の周波数でさまざまです。また、SCLK と内部 PWM クロックは非同期なので、ピリオドコマンドのタイミングと PWM データの転送と受信初期化タイミングは、内部 PWM カウンタの 1 周期(最大 3 ms)中にランダムに存在します。

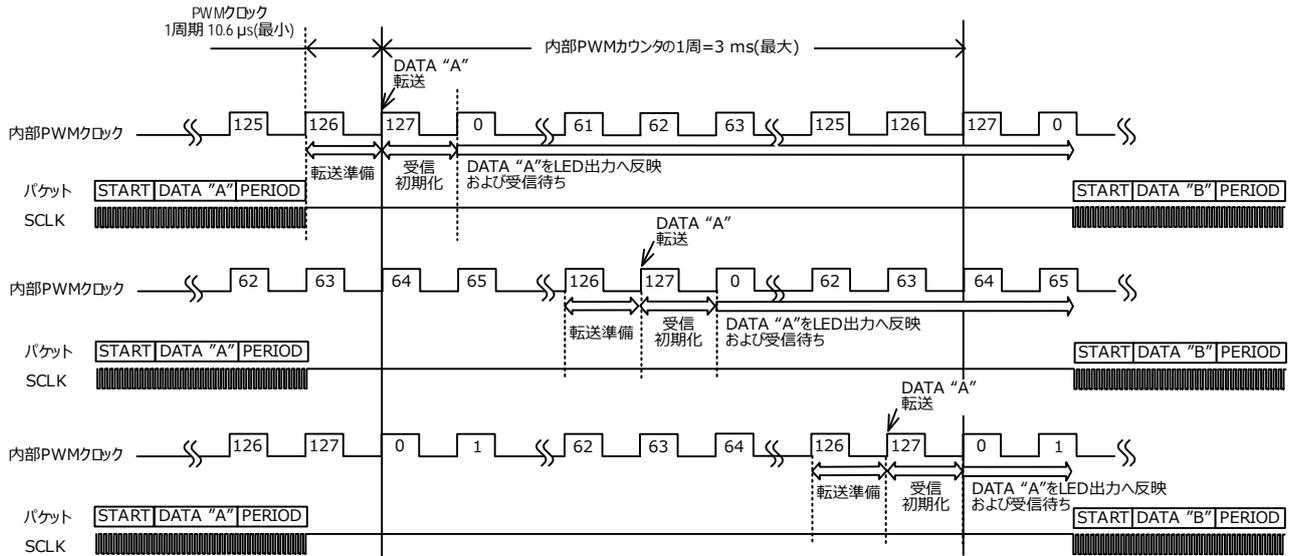


図 4.11 ピリオドコマンド後の PWM データの更新と受信初期化のタイミング (2線)

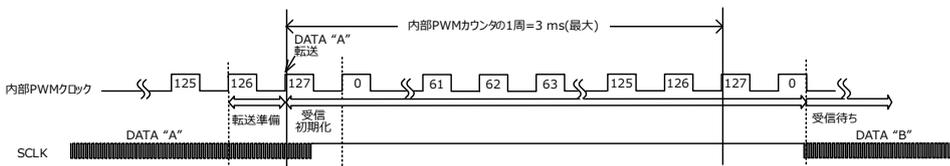


図 4.12 エラッタが発生する SCLK のタイミング (2線)

エラッタは SCLK が止まるタイミングに関係します。

図 4.12 は図 4.11 の一番上のタイミングに近いタイミングです。

このタイミングでは、受信初期化中に SCLK が止まっています。

このため、この受信初期化が次のパケット先頭まで続きます。次のパケット先頭の SCLK で受信初期化が終わり、受信待ち状態となるため、パケット先頭の入力フォーマットのデータ B が受信されません。

エラッタは、受信初期化中に SCLK が止まることで、次のパケット先頭の入力フォーマットの DATA "B"が未受信となり、受信済みの DATA "A"で動作する現象です。

なお、転送準備(10.6 μs 最小)中に SCLK が止まってもエラッタは発生しません。

<重要>

4.1.10. エラッタの発生と、その回避方法 (2線) ~重要~

次のパケット先頭まで続く受信初期化は1回のSCLK入力で終わります。そのため、エラッタが発生したときに、必ず初期化を終わらせることを目的として、**図 4.14 および図 4.15 に示す回避方法の適用を推奨致します。**

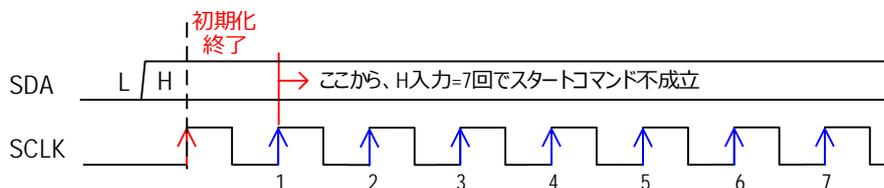


図 4.13 エラッタとスタートコマンド不成立

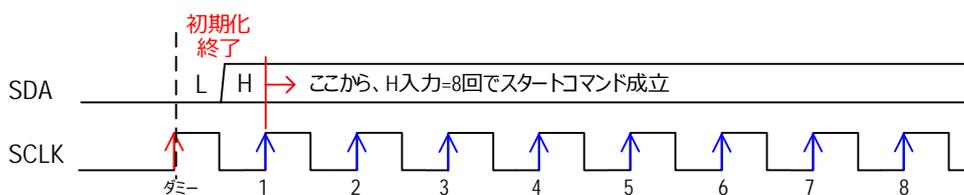


図 4.14 エラッタの対策(1) SCLK を1つ付与する例 (2線)

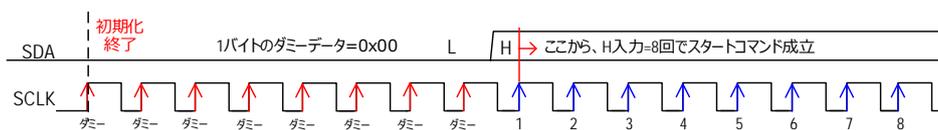


図 4.15 エラッタの対策(2) 1 byte のダミーデータで SCLK を8つ付与する例 (2線)

4.1.11. エラッタの詳細 (2線)

エラッタの発生は、PWMカウンタのタイミングに影響を受けます。図 4-16 および図 4-17 に、エラッタが発生しないタイミング(SCLK(1) - (2)の場合)、エラッタが発生するタイミング(SCLK(3) - (5)の場合)と PWM カウンタの関係を示します。

図 4-16 は PWM カウンタの 127 タイミングが時間的に早い例、図 4-17 は遅い例を示します。

SCLK(3) - (5)は、PWM データ更新と初期化が行われる(B) - (C)間で SCLK が停止しています。そのため、(D)で SCLK の立ち上がりを受信するまで初期化が終了しません。これにより、(D)での MSB データが無効となるため、スタートコマンドが成立せず、その入力フォーマットが未受信となります。

このとき、IC は受信済の PWM データで動作を続けるので、動作がフリーズすることはありません。

パケットが 2 つ以上の入力フォーマットで構成されるときは、(D)で中断していた初期化が終わり受信状態になっているため、2 つ目以降の入力フォーマットは必ず受信されます。

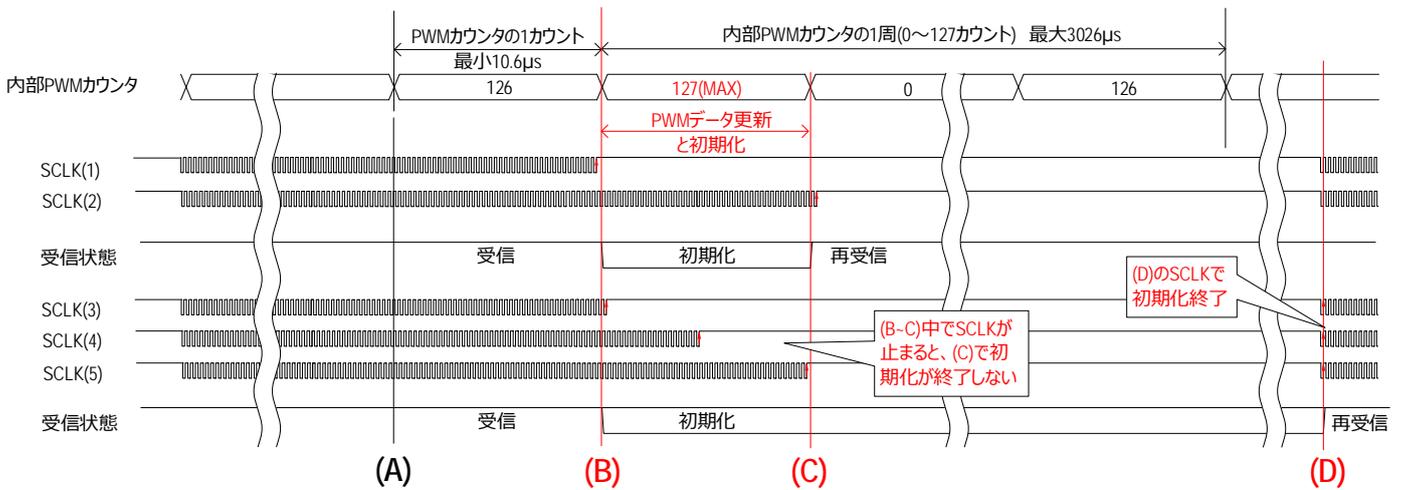


図 4.16 SCLK と PWM カウンタ、PWM カウンタ 127 のタイミングが時間的に早い例 (2線)

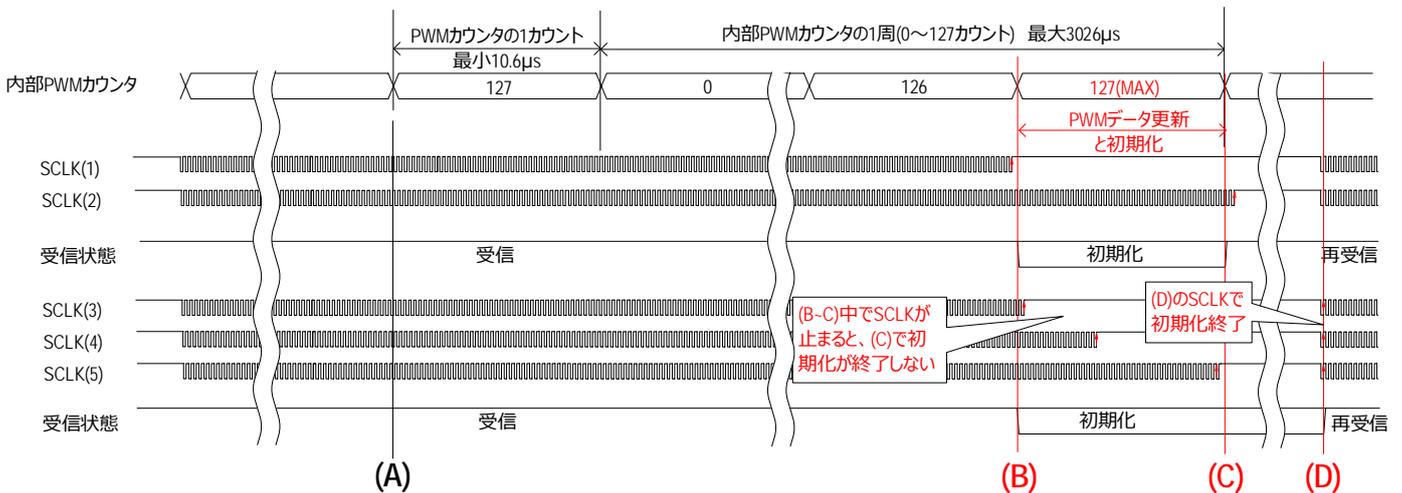


図 4.17 SCLK と PWM カウンタ、PWM カウンタ 127 のタイミングが時間的に遅い例 (2線)

PWM カウンタの 126 タイミングの期間 $10.6 \mu\text{s}$ (最小)は、SCLK が関係しないデータ転送準備の期間があります。また、PWM カウンタの 127 タイミングがランダムにある PWM カウンタの周期の最大時間は $3026 \mu\text{s}$ ですので、エラーが発生しないパケット長を概算すると次のようになります。

条件例: 1 フォーマット 28 バイト、1 バイトを 8 回の SCLK で送信、SCLK の周波数は 1 MHz

パケット(SCLK)長が短い場合: $8 \text{ clock} \div 1 \text{ MHz} \times 28 \text{ byte} + 10.6 \mu\text{s} = 224 \mu\text{s} + 10.6 \mu\text{s} = 234.6 \mu\text{s}$ より短い

パケット(SCLK)長が長い場合: $8 \text{ clock} \div 1 \text{ MHz} \times 28 \text{ byte} + 3026 \mu\text{s} = 224 \mu\text{s} + 3026 \mu\text{s} = 3250 \mu\text{s}$ より長い

ただし、次のパケット先頭の入力フォーマットのデータが未受信となる現象が発生した場合でも、エラーが発生する前の PWM データで LED が発光するため、エラーの発生を視認で確認することは困難です。そのため、エラーが発生しないことの検証が困難であり、またパケット長の管理は煩雑ですので、4.1.10 章で述べたエラー回避方法を推奨致します。

4.2.1 線入力 TB62D786FTG / TB62D787FTG の通信仕様

ここからは TB62D786FTG および TB62D787FTG の 1 線入力通信仕様について説明します。

4.2.1.1 入力データの基本仕様 (1 線)

基本単位は図 4-18 のとおりです。これはマンチェスタ符号であり、DATA-IN 端子に入力される波形の電位遷移の向きによって、1 bit のデータ"0"または"1"を示します。

また、 t_W の範囲で電圧遷移があるときにデータとして認識し受信しますが、電圧遷移が無いときは通信エラーと判断して無視されます。この場合、次のスタートコマンドから再受信します。

入力信号はデータ"0"、データ"1"ともに同じ位相で、信号ラインの電圧遷移の揺らぎは許容ジッタ UIT 以内にして下さい。

各タイミングは、図 4-19、表 4-5 を参考にしてください。

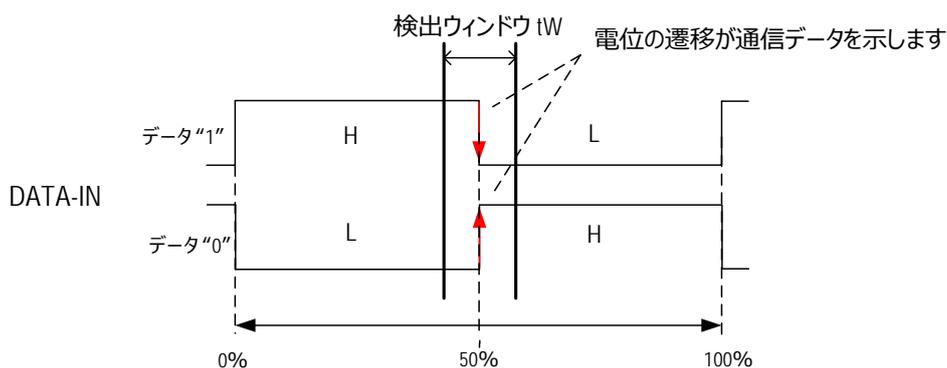


図 4.18 入力データ (1 線)

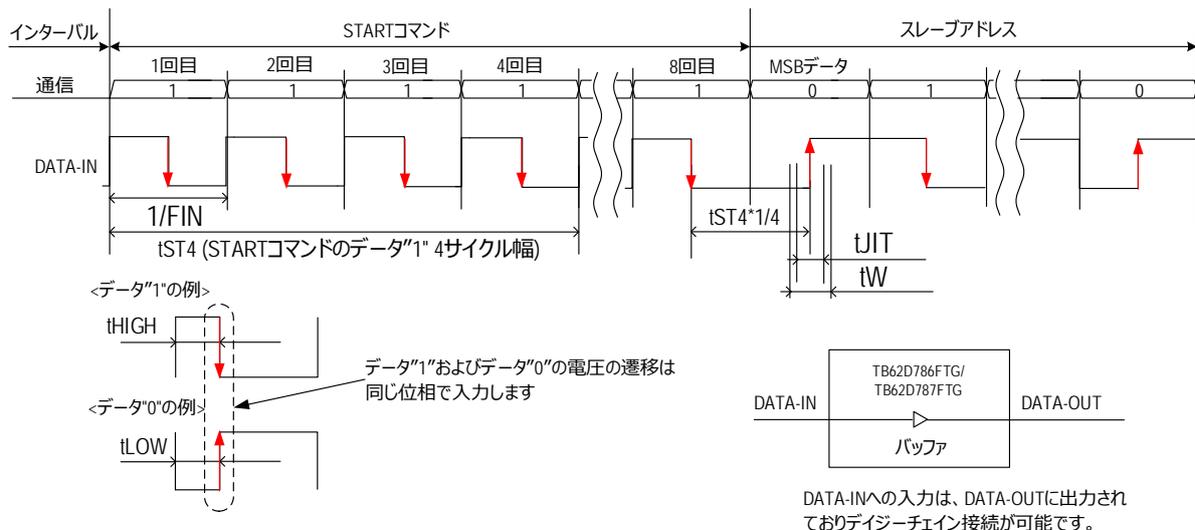


図 4.19 通信タイミング (1 線)

表 4-5 入力タイミング (1 線)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
DATA 入力周波数	FIN	DATA-IN	0.5	—	2.0	MHz
DATA 検出ウィンドウ幅	t_W	—	135	—	—	ns
DATA 許容ジッタ幅	t_{JIT}	"H"および"L"通信の位相が同じ	—	—	± 54	ns
DATA 入力最小パルス幅	t_{LOW} , t_{HIGH}	—	100	—	—	ns

4.2.2. 入力フォーマット (1 線)

1 つの IC への入力フォーマットを図 4-20 に示します。

インタバル期間の後、スタートコマンド、スレーブアドレス、サブアドレス、PWM データ、ピリオドコマンドの順に MSB ファーストで入力します。

インタバル期間を除くと、2 線入力と同じ順序です。

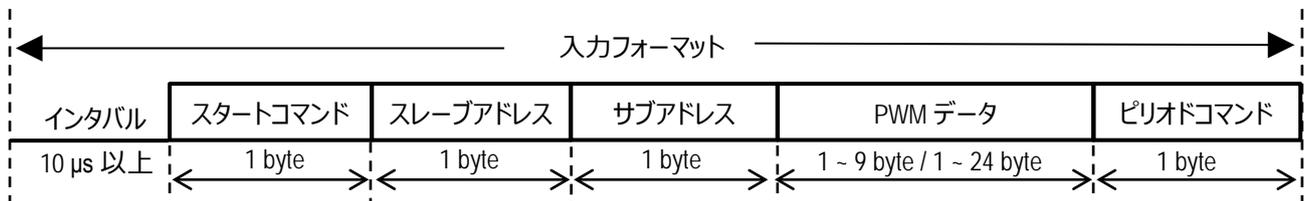


図 4.20 基本フォーマット (1 線)

- インタバル (10 μs 以上) : データ周期の学習結果をリセットして、通信入力待ち
- スタートコマンド : 入力開始判定とデータの周期の学習
- スレーブアドレス : IC の ID 番号(最大 64 個)
- サブアドレス : PWM データを入力する LED 出力指定
- PWM データ : サブアドレスで指定した出力に送信する 127 階調の PWM データ
TB62D786FTG は 1 byte (1 チャネル) ~ 9 byte (9 チャネル)
TB62D612FTG は 1 byte (1 チャネル) ~ 24-byte (24 チャネル)
- ピリオドコマンド : 通信完了判定

スタートコマンドでデータ周期を学習し、スレーブアドレス以降でそれを基にしたデータ検出ウィンドウ幅でデータを受信します。

データ周期の学習結果は、インタバル(10 μs 以上)で初期化されます。次のスタートコマンドで再びデータ周期を学習します。これはノイズなどにより正しくないデータ周期を学習してデータが受信できなくなっても、次のスタートコマンドで正しいデータ周期を学習しデータを受信できるようにするためです。

次ページから、各コマンドを説明します。

4.2.3. スタートコマンド (1 線)

図 4-21 のとおり、データ"1"を 8 回以上連続(2 byte 分)で受信すると、入力フォーマットのスタートコマンドと認識します。

DATA-IN 通信として、0xAA, 0xAA (b10101010_10101010) です。

必ず"0"通信であるスレーブアドレスの MSB を受信して、スレーブアドレス以降のデータ受信を行います。

スタートコマンドは、データ周期を学習しますので、データ検出ウィンドウ幅は意味を持ちません。

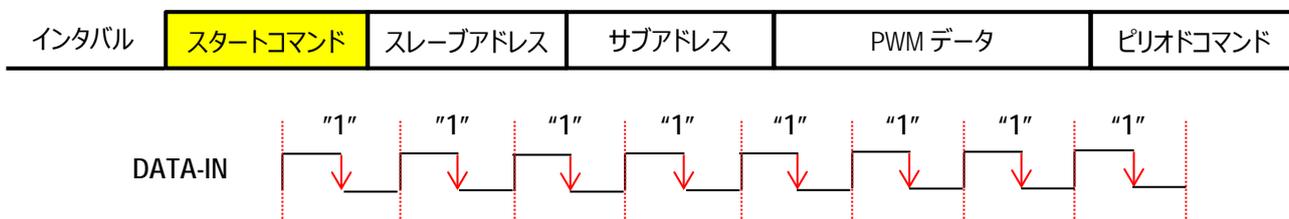


図 4.21 スタートコマンド (1 線)

4.2.4. ピリオドコマンド (1 線)

図 4-22 のとおり、データ"10000001"を受信すると、ピリオドコマンドと認識します。

DATA-IN 通信として、0x95, 0x56 (b10010101_01010110) です。

PWM データを出力に反映したあと、スタートコマンドの再入力を待ちます。

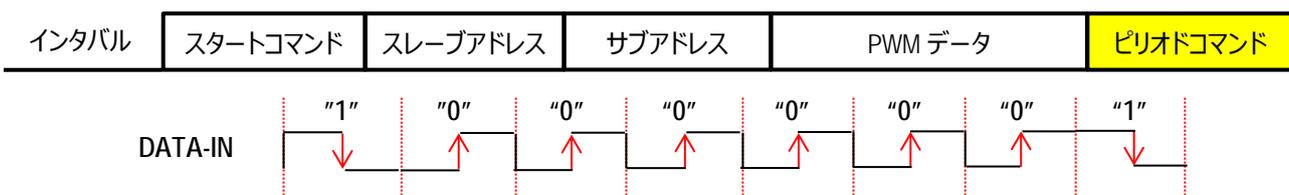


図 4.22 ピリオドコマンド (1 線)

4.2.5. スレーブアドレス (1 線、ID0 ~ 2 端子で設定した IC の固有番号)

図 4-23 のとおり、スレーブアドレスは ID0 ~ 2 端子(最大 64 個、0 ~ 63 番)で設定した ID 番号を入力します。MSB ファーストで入力し、全選択を除いて、MSB と LSB を“0”にした中間データでスレーブアドレスを設定します。LSB に“1”を入力すると、中間のデータに関係なく、全ての IC の PWM データを設定できますので、ソフトウェア・リセットとしてお使いいただけます。

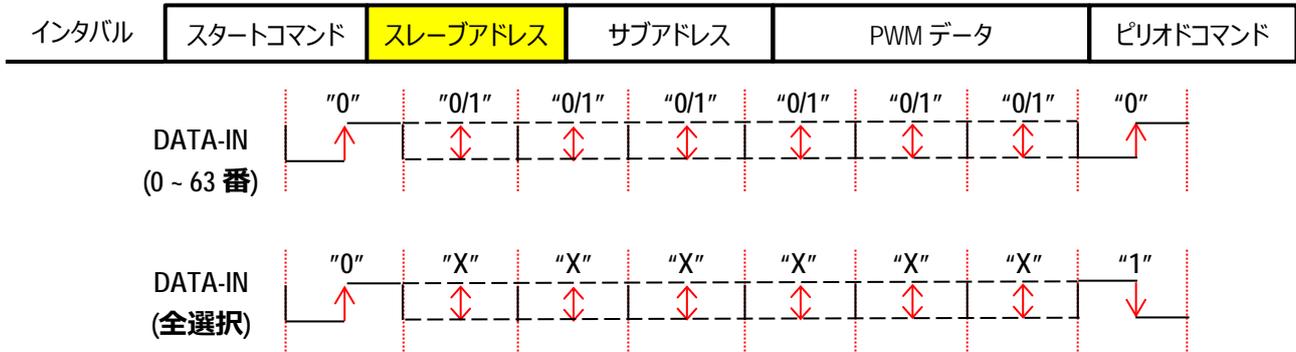


図 4.23 スレーブアドレス (1 線)

表 4-6 に、技術資料よりスレーブアドレス 0 ~ 11 番および全選択のみ抜粋して示します。

技術資料にないスレーブアドレスは受信しませんが、出荷セットについては安全のため入力しないことを推奨します。

表 4-6 スレーブアドレス (1 線、抜粋)

ID	スレーブアドレス				ID 端子設定		
	スレーブアドレス	DATA-IN	16 進数	10 進数	ID2	ID1	ID0
0	"00000000"	0101010101010101	0x55, 0x55	85, 85	GND	GND	GND
1	"00000010"	0101010101011001	0x55, 0x59	85, 89	GND	GND	REXT-R/G/B(注 1)
2	"00000100"	0101010101100101	0x55, 0x65	85, 101	GND	GND	オープン
3	"00000110"	0101010101101001	0x55, 0x69	85, 105	GND	GND	Vcc
4	"00001000"	0101010110010101	0x55, 0x95	85, 149	GND	REXT-R/G/B(注 1)	GND
5	"00001010"	0101010110011001	0x55, 0x99	85, 153	GND	REXT-R/G/B(注 1)	REXT-R/G/B(注 1)
6	"00001100"	0101010110100101	0x55, 0xA5	85, 165	GND	REXT-R/G/B(注 1)	オープン
7	"00001110"	0101010110101001	0x55, 0xA9	85, 169	GND	REXT-R/G/B(注 1)	Vcc
8	"00010000"	0101011001010101	0x56, 0x55	86, 85	GND	オープン	GND
9	"00010010"	0101011001011001	0x56, 0x59	86, 89	GND	オープン	REXT-R/G/B(注 1)
10	"00010100"	0101011001100101	0x56, 0x65	86, 101	GND	オープン	オープン
11	"00010110"	0101011001101001	0x56, 0x69	86, 105	GND	オープン	Vcc
～中略～							
63	"01111110"	0110101010101001	0x6A, 0xA9	106, 169	Vcc	Vcc	Vcc
—	"0XXXXXX1"	0101010101010110 (注 2)	0x55, 0x56	85, 86	全選択		

注 1: REXT-R または REXT-G、REXT-B のいずれかの端子に接続してください。

注 2: DATA-IN は、X=0 としたときの値を記載しています。

4.2.6. サブアドレス (1 線、PWM データを設定する LED 出力の選択)

図 4-24 のとおり、サブアドレスは、PWM データによって制御する LED 出力選択データを入力します。

MSB ファーストで入力し、MSB と LSB を“0”にした中間データでサブアドレスを設定します。

出力選択は TB62D768FTG のとき 3 モード、TB62D787FTG のとき 5 モードあります。

1. 出力チャンネル設定: 指定した LED 出力のみ選択
2. 全チャンネル設定: 9 チャンネル全て(TB62D786FTG のとき)、または 24 チャンネル全て(TB62D787FTG のとき)の LED 出力を選択
3. 特別: OUTR0 から順番に、TB62D786FTG のときは OUTB2 まで 9 チャンネルの LED 出力を、TB62D787FTG のときは OUTB7 まで 24 チャンネルの LED 出力を連続して順番に選択し LED 出力がインクリメントします。
4. 12 チャンネル入力: 24 チャンネルを 12 チャンネルごとに分割し、それぞれ 12 チャンネルの LED 出力を選択
5. 6 チャンネル入力: 24 チャンネルを 6 チャンネルごとに分割し、それぞれ 6 チャンネルの LED 出力を選択



図 4.24 サブアドレス (1 線)

表 4-7 に、技術資料より出力チャンネル設定モードは OUTR0 - OUTB2 および OUTR7 ~ OUTB7 を抜粋したものと、全チャンネル設定モード、特別モード、12 チャンネル入力モード、6 チャンネル入力モードを示します。

技術資料にないサブアドレスは受信しませんが、出荷セットについては安全のため入力しないことを推奨します。

6 チャンネル入力、12 チャンネル入力モードで、異なるチャンネルグループ(異なるサブアドレス)に PWM データを設定するとき、入力フォーマットのスレーブアドレスは同一になります。この場合、入力フォーマットの間隔を、4.2.8 章で後述する 3 ms 以上あける必要はありません。設定する LED 出力が異なるため、10 μ s のインタバル期間のみで通信が可能です。

表 4-7 サブアドレス (1 線、抜粋)

サブアドレス				LED 出力		PWM データの設定対象	
サブアドレス	DATA-IN	16 進数	10 進数	TB62D786	TB62D787		
"00000010"	0101010101011001	0x55、0x59	85、89	/OUTR0		指定した LED 出力のみ選択 TB62D786:全ての LED 出力を選択	
"00000100"	0101010101100101	0x55、0x65	85、101	/OUTG0			
"00000110"	0101010101101001	0x55、0x69	85、105	/OUTB0			
"00001000"	0101010110010101	0x55、0x95	85、149	/OUTR1			
"00001010"	0101010110011001	0x55、0x99	85、153	/OUTG1			
"00001100"	0101010110100101	0x55、0xA5	85、165	/OUTB1			
"00001110"	0101010110101001	0x55、0xA9	85、169	/OUTR2			
"00010000"	0101011001010101	0x56、0x55	86、85	/OUTG2			
"00010010"	0101011001011001	0x56、0x59	86、89	/OUTB2			
"00010100"	0101011001100101	0x56、0x65	86、101	/OUTR3			
～中略～							
"00100000"	0101100101010101	0x59、0x55	89、85	全チャンネル 設定	/OUTR5	TB62D787:全ての LED 出力を選択	
～中略～							
"00101100"	0101100110100101	0x59、0xA5	89、165	-	/OUTR7		
"00101110"	0101100110101001	0x59、0xA9	89、169	-	/OUTG7		
"00110000"	0101101001010101	0x5A、0x55	90、85	-	/OUTB7		
"01000000"	0110010101010101	0x65、0x55	101、85	-	全チャンネル 設定	TB62D787:全ての LED 出力を選択	
"01100000"	0110100101010101	0x69、0x55	105、85	特別モード設定		9 チャンネルまたは 24 チャンネルの LED 出力を連続して順番に選択	
"01100010"	0110100101011001	0x69、0x59	105、89	-	12 チャンネル 入力 1/2	TB62D787: 12 チャンネルの LED 出力を選択	
"01100100"	0110100101100101	0x69、0x65	105、101	-	12 チャンネル 入力 2/2		
"01100110"	0110100101101001	0x69、0x69	105、105	-	6 チャンネル 入力 1/4	TB62D787: 6 チャンネルの LED 出力を選択	
"01101000"	0110100110010101	0x69、0x95	105、149	-	6 チャンネル 入力 2/4		
"01101010"	0110100110011001	0x69、0x99	105、153	-	6 チャンネル入 力 3/4		
"01101100"	0110100110100101	0x69、0xA5	105、165	-	6 チャンネル 入力 4/4		

4.2.7. PWM データ (1 線)

図 4-25 のとおり、選択した LED 出力を制御する PWM データを設定します。

1. 出力チャンネル設定: 1 byte
2. 全チャンネル設定: 1 byte
3. 特別: 9 byte または 24 byte
4. 12 チャンネル入力: 12 byte
5. 6 チャンネル入力: 6 byte

3 ~ 5 のサブアドレス設定では、PWM データをピリオドコマンドに置き換えることで、設定の中断が可能です。

PWM データを受信しない LED 出力は、入力済の PWM データによって動作します

MSB ファーストで入力し、LSB を"0"にした中間データで PWM データを設定します。

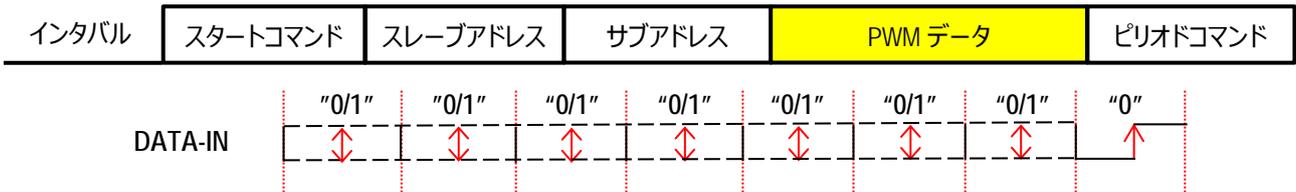


図 4.25 PWM データ (1 線、127 階調)

表 4-8 に、技術資料より PWM データのうち、0/127 ~ 8/127、111/127、112/127、119/127、120/127、127/127 を抜粋して示します。

技術資料にない PWM データは受信しませんが、出荷セットについては安全のため入力しないことを推奨します。

表 4-8 PWM データ (1 線、抜粋)

PWM データ	PWM データ			PWM 調光	備考
	DATA-IN	16 進数	10 進数		
"00000000"	0101010101010101	0x55、0x55	85、85	0/127	初期状態は、0/127 設定で常時オフです。 LSB は"0"を設定し、"1" は設定しないでください。
"00000010"	0101010101011001	0x55、0x59	85、89	1/127	
"00000100"	0101010101100101	0x55、0x65	85、101	2/127	
"00000110"	0101010101101001	0x55、0x69	85、105	3/127	
"00001000"	0101010110010101	0x55、0x95	85、149	4/127	
"00001010"	0101010110011001	0x55、0x99	85、153	5/127	
"00001100"	0101010110100101	0x55、0xA5	85、165	6/127	
"00001110"	0101010110101001	0x55、0xA9	85、169	7/127	
"00010000"	0101011001010101	0x56、0x55	86、85	8/127	
~	~	~	~	~	
"11011110"	1010011010101001	0xa6、0xa9	166、169	111/127	127/127 は、常時オンに なります。
"11100000"	1010100101010101	0xa9、0x55	169、85	112/127	
~	~	~	~	~	
"11101110"	1010100110101001	0xa9、0xa9	169、169	119/127	
"11110000"	1010101001010101	0xaa、0x55	170、85	120/127	
~	~	~	~	~	
"11111110"	1010101010101001	0xAA、0xA9	170、169	127/127	

4.2.8. パケット入力 (1 線、複数 IC へのデータ通信)

図 4-26 は、スレーブアドレスの異なる 2 個の IC についての通信モデルを示しています。

あるフレーム周期(fps)で、スレーブアドレスが異なる 2 個 IC 分のフォーマットを連続したパケットで通信します。

パケット終了後は、次のフレームの先頭まで DATA-IN はアイドルとなり、データ通信をしない前提です。

このとき、このパケット($t=n, n+1, n+2 \dots$)と次のパケット($t=n+1, n+2, n+3 \dots$)は、同じスレーブアドレスの IC に入力するピリオドコマンド同士の間隔を 3 ms 以上空けて通信してください。

内部 PWM カウンタが最長 3 ms で 1 周しています。ピリオドコマンド後の最初のカウンタ値 MAX のイベントを待って PWM データを更新します。イベントを待つ間に、同じ LED 出力に PWM データを再入力しても受信しないためです。

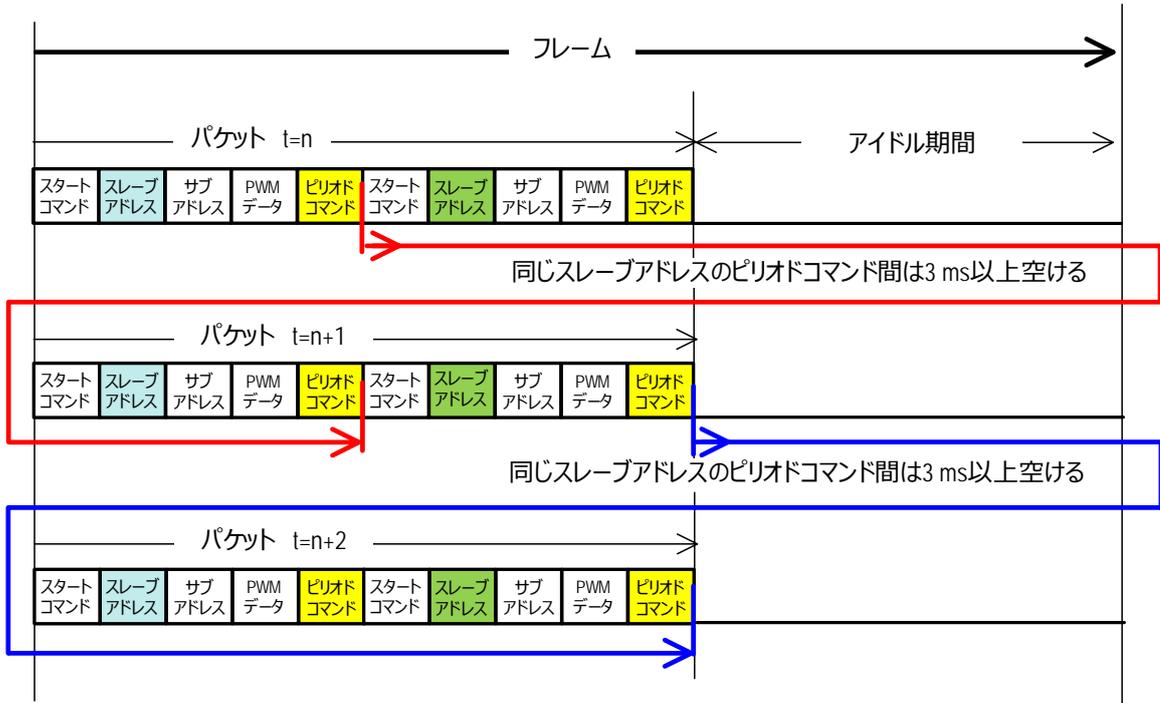


図 4.26 スレーブアドレスの異なる 2 つの IC が存在するモデルで
スレーブアドレスが同じ IC へのパケット通信イメージ(1 線)

<重要>

4.2.9. エラッタ: パケットの SCLK 終了タイミングにより、次パケットの入力フォーマットを未受信にする動作

1線入力 9ch の TB62D786FTG、24ch の TB62D787FTG のいずれも対象です。

図 4.27 は、DATA-IN を IC 内部で SCLK(以降、内部 SCLK)に復調したタイミングチャートです。パケットのピリオドコマンド入力後の最初の内部 PWM カウンタ値が 127 のときに、PWM データ(DATA "A")の更新と受信初期化を行う様子を示します。

1 パケットによする時間は、入力フォーマット数や内部 SCLK の周波数でさまざまです。また、内部 SCLK と内部 PWM クロックは非同期なので、ピリオドコマンドのタイミングと PWM データの転送と受信初期化タイミングは、内部 PWM カウンタの 1 周期(最大 3 ms)中にランダムに存在します。

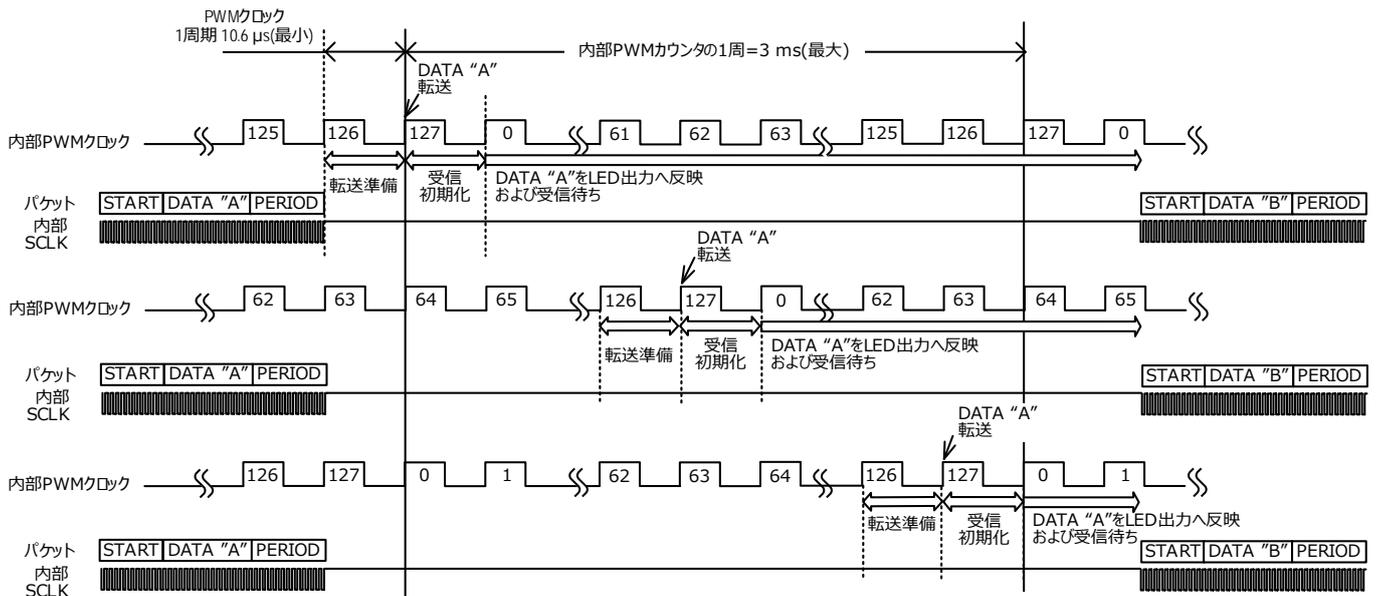


図 4.27 ピリオドコマンド後の PWM データの更新と受信初期化のタイミング (復調後)

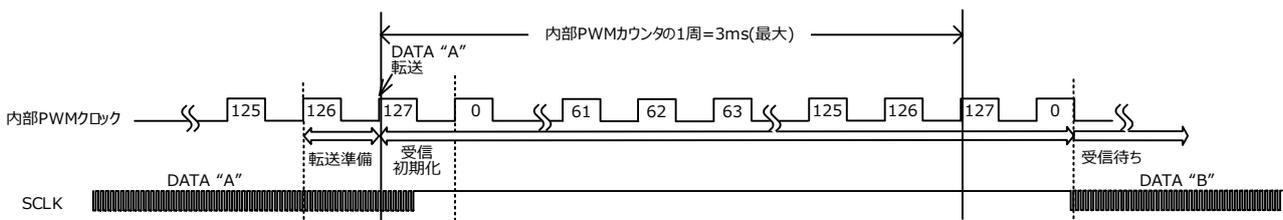


図 4.28 エラッタが発生する SCLK のタイミング (復調後)

エラッタは内部 SCLK が止まるタイミングに関係します。

図 4.28 は図 4.27 の一番上のタイミングに近いタイミングです。

このタイミングでは、受信初期化中に内部 SCLK が止まっています。

このため、この受信初期化が次のパケット先頭まで続きます。次のパケット先頭の内部 SCLK で受信初期化が終わり、受信待ち状態となるため、パケット先頭の入力フォーマットの DATA "B"が受信されません。

エラッタは、受信初期化中に内部 SCLK が止まることで、次のパケット先頭の入力フォーマットの DATA "B"が未受信となり、受信済みの DATA "A"で動作する現象です。

なお、転送準備(10.6 μs 最小)中に内部 SCLK が止まってもエラッタは発生しません。

<重要>

4.2.10. エラッタの発生と、その回避方法 (1 線) ~重要~

次のパケット先頭まで続く受信初期化は 1 回の内部 SCLK 入力で終わります。そのため、エラッタが発生したときに、必ず初期化を終わらせることを目的として、**図 4.30 および図 4.31 に示す回避方法の適用を推奨致します。**

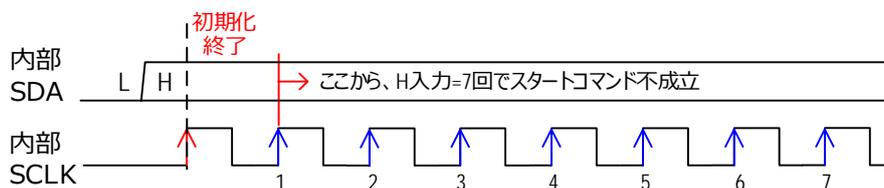


図 4.29 エラッタとスタートコマンド不成立 (復調後)

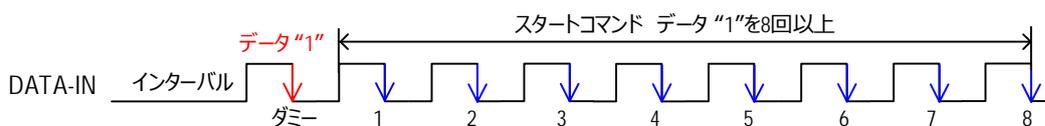


図 4.30 エラッタの対策(1) データ"1"を 1 つ付与する例 (1 線)

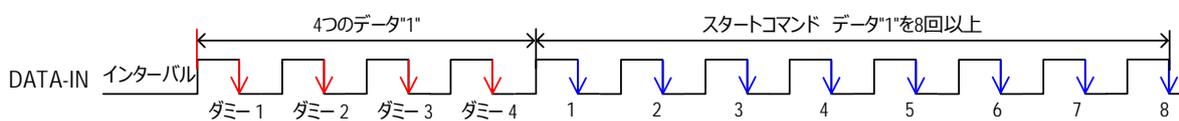


図 4.31 エラッタの対策(2) データ"1"を 4 つ付与する例 (1 線)

4.2.11. エラッタの詳細 (1 線)

エラッタの発生は、PWM カウンタのタイミングに影響を受けます。図 4-32 および図 4-33 に、エラッタにならないタイミング (DATA-IN(1) ~ (2)の場合)、エラッタが発生するタイミング(DATA-IN(3) ~ (5))と PWM カウンタの関係を示します。

図 4-32 は PWM カウンタの 127 タイミングが時間的に早い例、図 4-33 は遅い例を示します。

DATA-IN(3) ~ (5)は、PWM データ更新と初期化が行われる(B) ~ (C)間で内部 SCLK が停止しています。そのため、(D)で内部 SCLK の立ち上がりを 1 回受信するまで初期化が終了しません。これにより、(D)での MSB データが無効となるためスタートコマンドが成立せず、その入力フォーマットが未受信となります。

このとき、IC は受信済の PWM データで動作を続けるので、動作がフリーズすることはありません。

パケットが 2 つ以上の入力フォーマットで構成されるときは、(D)で中断していた初期化が終わり受信状態になっているため、2 つ目以降の入力フォーマットは必ず受信されます。

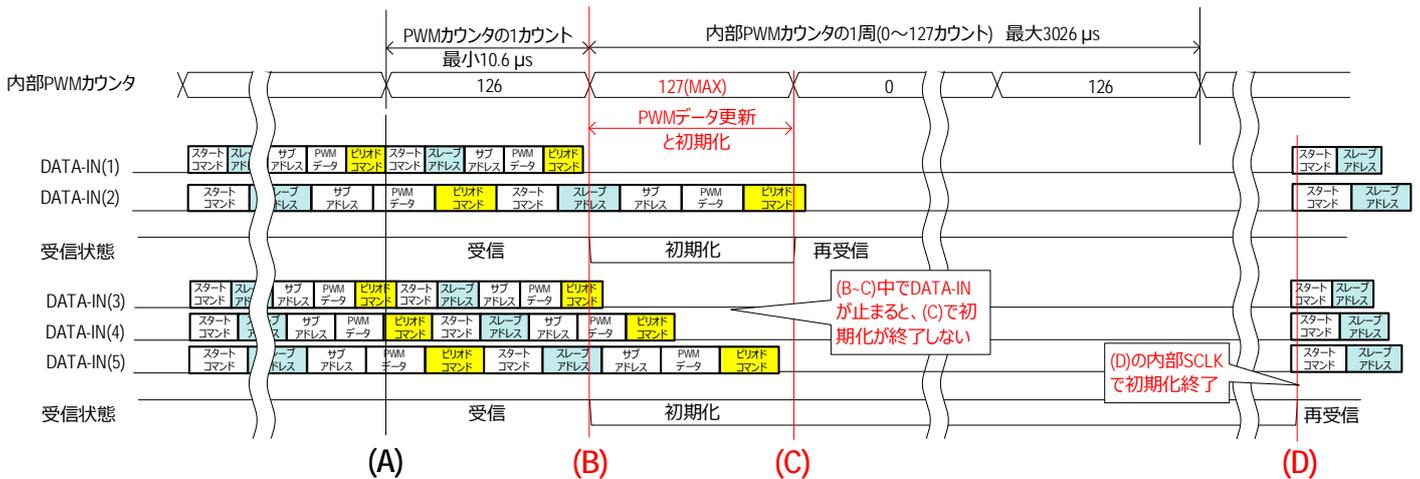


図 4.32 DATA-IN と PWM カウンタ、PWM カウンタ 127 のタイミングが早い例 (1 線)

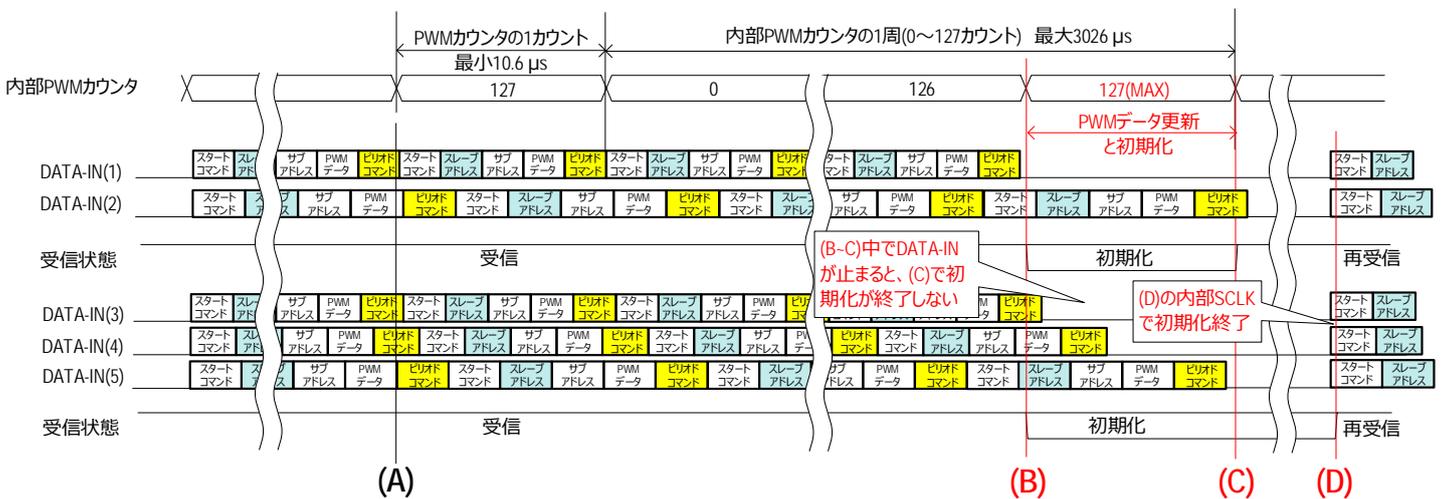


図 4.33 DATA-IN と PWM カウンタ、PWM カウンタ 127 のタイミングが遅い例 (1 線)

PWM カウンタ 126 の期間 $10.6 \mu\text{s}$ は、内部 SCLK が関係しないデータ転送準備の期間があります。

また、PWM カウンタ 127 がランダムにある PWM カウンタ 1 周の最大時間は $3026 \mu\text{s}$ ですので、エラーが発生しないパケット長概算すると下記ようになります。

条件例: 1 フォーマット 28 バイト、1 バイトを 8 回の SCLK で送信、SCLK の周波数は 1 MHz

パケット(SCLK)長が短い場合: $8 \text{ clock} \div 1 \text{ MHz} \times 28 \text{ byte} + 10.6 \mu\text{s} = 224 \mu\text{s} + 10.6 \mu\text{s} = 234.6 \mu\text{s}$ より短い

パケット(SCLK)長が長い場合: $8 \text{ clock} \div 1 \text{ MHz} \times 28 \text{ byte} + 3026 \mu\text{s} = 224 \mu\text{s} + 3026 \mu\text{s} = 3250 \mu\text{s}$ より長い

ただし、次のパケット先頭の入力フォーマットのデータが未受信となる現象が発生した場合でも、エラーが発生する前の PWM データで LED が発光するため、エラーの発生を視認で確認することは困難です。そのため、エラーが発生しないことの検証が困難であり、またパケット長の管理は煩雑ですので、4.2.10 章で述べたエラー回避方法を推奨致します。

4.3. TB62781FNG / TB62D612FTG で使用する 2 線入力信号から TB62D786FTG / TB62D787FTG で使用する 1 線入力信号を生成する方法

入力フォーマットは、TB62781FNG / TB62D612FTG (2 線)と TB62D786FTG / TB62D787FTG (1 線)で同様です。

1 線入力信号は、2 線入力信号を ExOR 演算することで生成できますので、扱いやすい SPI 信号から、2 線入力信号と 1 線入力信号を生成し通信が可能です。

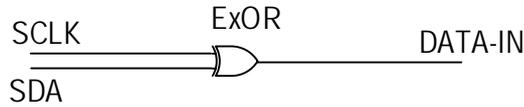


図 4.34 SCLK、SDA と DATA-IN の論理

下記に参考回路を示します。

単純に ExOR 演算を行うと、SPI 信号の遅延によるグリッジが発生します。そのため、1 線入力通信で受信エラーとなります。これを回避するため、グリッジの発生を回避する回路を付与します。

図 4-35 に ExOR TC74VHC86 を 1 つ、D フリップフロップ TC7WH74 を 1 つ使用した変換回路を示します。また、図 4-36 に変換回路のタイミングチャートを示します。

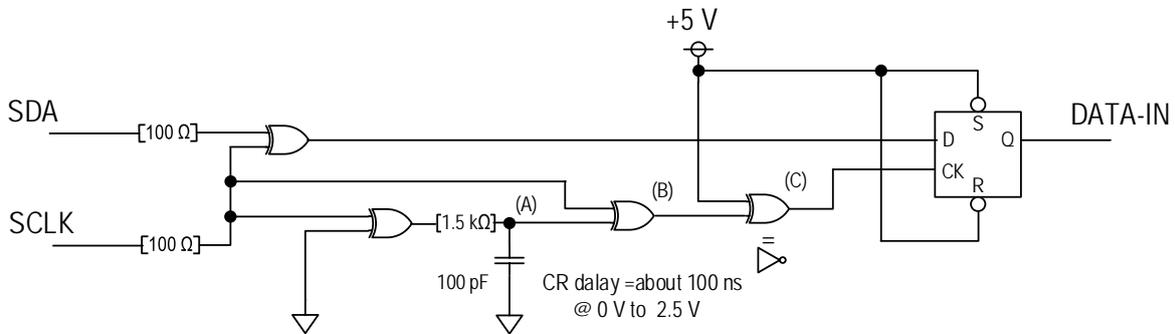


図 4.35 SCLK、SDA から DATA-IN への変換回路

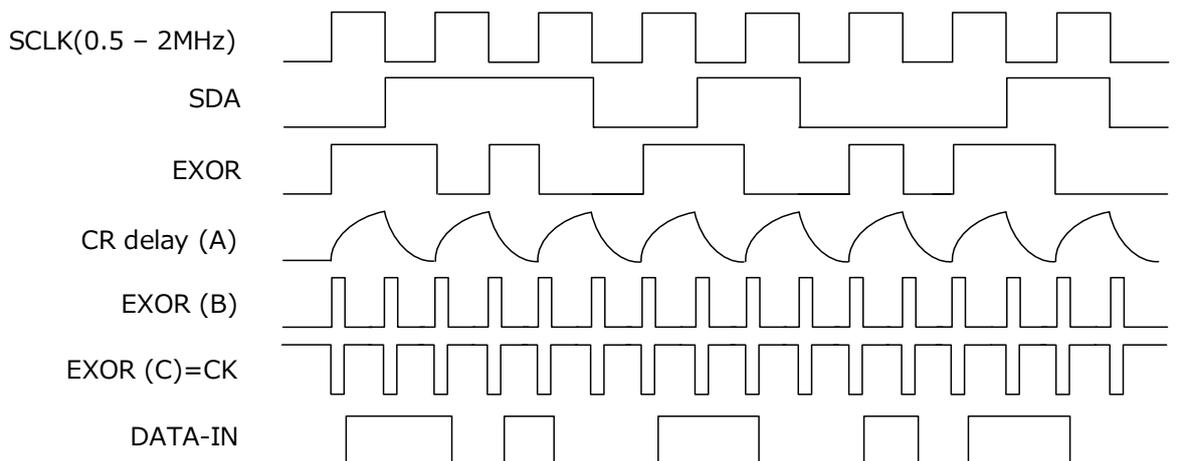


図 4.36 変換回路のタイミングチャート

注: 本回路は、(A)の遅延波形を ExOR の入力に直接入力しています。

CMOS ロジックではスロークロックを明示しない製品があります。しかし、ゲート間の配線を短くすることで外乱ノイズが入りにくく、また、連続的に波形が上昇下降する条件であるため、回路動作に問題が発生することはありません。

ただし、必要に応じて、(A)と ExOR 入力の間シュミットトリガ入力のバッファを挿入することが可能です。

5. 消費電力と放熱設計

5.1. 消費電力

定電流 LED ドライバ IC の消費電力については、「定電流出力部が消費する電力」と「ロジック部および 5 V レギュレータ回路が消費する電力」の 2 つの部分に分けることができます。

5.1.1. 定電流出力部が消費する電力 P(OUT)

3.3 章に記述したとおり、定電流出力部には、LED 電源 VL と LED の Vf の差分電圧が印加されます。

定電流出力は 0.4 V (TB62781FNG、TB62D612FTG) または 0.5 V (TB62D786FTG、TB62D787FTG) 以上で電流能力が得られますので、外付け抵抗(RR)を接続、または、点灯率を制御して、IC に消費電力が集中しないように注意します。

5.1.2. ロジック部回路と 5 V レギュレータ回路が消費する電力

1 線入力 TB62D786FTG と TB62D787FTG で、Vcc を VLOUT から供給する場合は、ロジック回路が消費する電力に加えて、5 V レギュレータ回路が消費する電力の考慮が必要です。

5.1.2.1. ロジック部回路が消費する電力 P(LOGIC)

Vcc 端子と Icc 電流で損失し、概算式は $P(\text{LOGIC}) = V_{\text{CC}} \times I_{\text{CC}}$ です。

5.1.2.2. 5 V レギュレータ回路が消費する電力 P(VL)

1 線入力 LED ドライバのみが消費する電力です。

主電源 VL から VLOUT(約 5 V)電圧を生成する 5 V レギュレータが消費電力を損失します。

主電源 VL と VLOUT(約 5 V)の差電圧が大きい程、消費電力が大きくなります。

5 V レギュレータは Icc の他に、外部に 15 mA までの電流供給を保証しますので、

概算式は、 $P(\text{VL}) = (\text{VL} - \text{VLOUT}) \times (I_{\text{CC}} + \text{最大 } 15 \text{ mA})$ です。

5.2. 放熱設計

大電流で多チャンネルを同時点灯する際には、いかなる場合でも規定された接合部温度(Tj)を超えることのないように、適切に放熱されるように熱設計を行ってください。

$$T_j = P \times R_{\text{th}(j-a)} + T_a$$

R_{th(j-a)}: junction - T_a heat resistance

T_a: Ambient temperature

接合部温度(Tj)の最大値は 150°C です。熱設計を行うときには、マージンを約 20%考慮することを推奨します。

R_{th(j-a)}は、IC 周辺の状況に影響を受けます。各製品の許容損失グラフや最大定格を参照してください。

5.3. デイレーティンググラフ

5.3.1. TB62781FNG のデイレーティンググラフおよび許容損失 (V_{CC}=5 V、V_{OUT(ON)}=1.0 V、基板実装時)

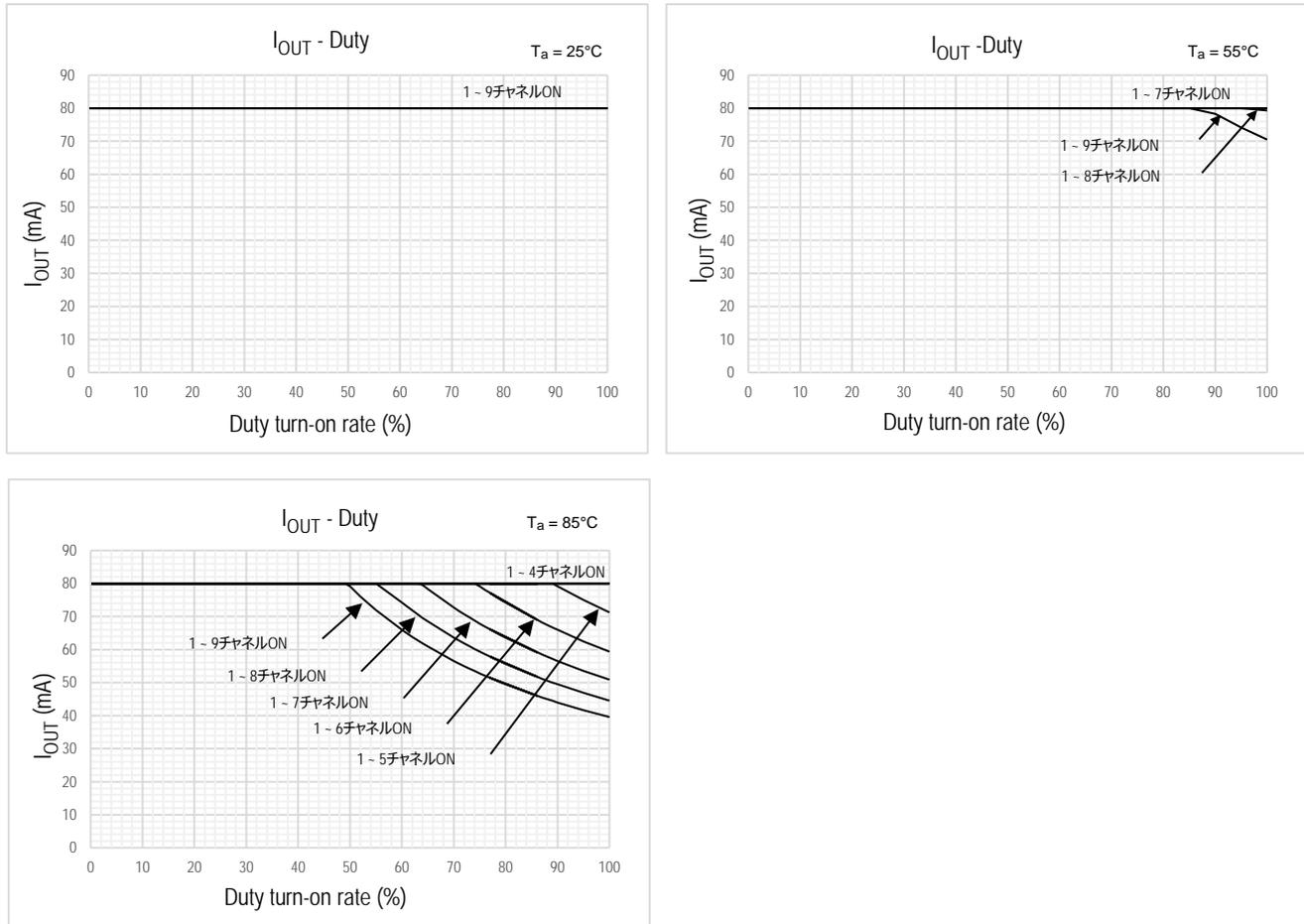


図 5.1 $T_j=135^\circ\text{C}$ 、 $T_a=25/55/85^\circ\text{C}$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0\text{ V}$ の概算デイレーティンググラフ

この3つのグラフは、 $V_{OUT(ON)}=1.0\text{ V}$ 、最大接合部温度 $T_j=135^\circ\text{C}$ としたときの、 $T_a=25$ 、 55 、 85°C それぞれ温度での I_{OUT} - Duty のグラフです。 $V_{OUT(ON)}$ が 1.0 V より大きいときは、 $P(\text{OUT})$ がグラフに示している条件よりも大きくなるため、 I_{OUT} または Duty をグラフよりさらに制限する必要があります。電流精度を保証範囲する I_{OUT} の値は $5 \sim 40\text{ mA}$ です。

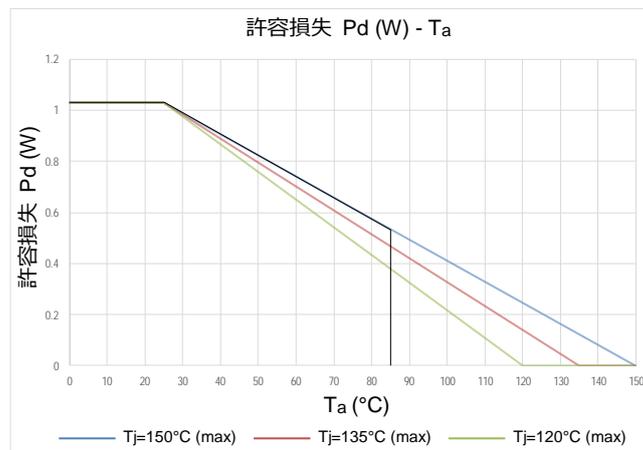


図 5.2 T_j の最大値を $120/135/150^\circ\text{C}$ としたときの許容損失

$T_j=150^\circ\text{C}$ の許容損失の範囲は、 $T_a=0^\circ\text{C}$ から 25°C を最大値として、 $T_a=150^\circ\text{C}$ 、 0 W を結ぶ斜線のうち、本 IC の動作温度範囲の上限 $T_a=85^\circ\text{C}$ の範囲です。熱設計を行うときには、図 5-2 の $T_j=135^\circ\text{C}$ や $T_j=120^\circ\text{C}$ の許容損失を参考に温度マージンを考慮してください。

5.3.2. TB62D612FTG のデレレーティンググラフおよび許容損失 ($V_{CC}=5\text{ V}$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0\text{ V}$ 、基板実装時)

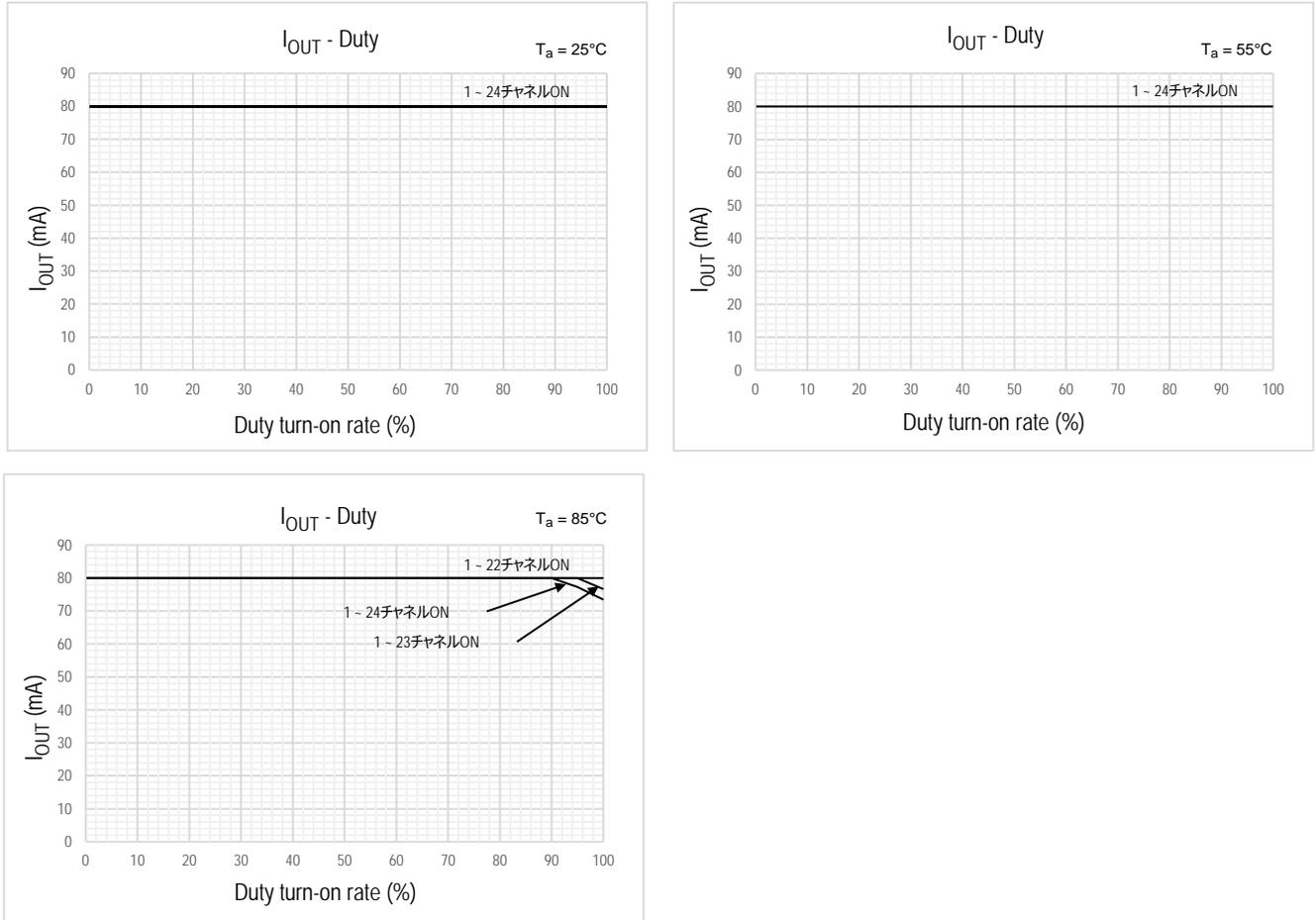


図 5.3 $T_j=135^\circ\text{C}$ 、 $T_a=25/55/85^\circ\text{C}$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0\text{ V}$ の概算デレレーティンググラフ

この3つのグラフは、 $V_{OUT(ON)}=1.0\text{ V}$ 、最大接合部温度 $T_j=135^\circ\text{C}$ としたときの、 $T_a=25、55、85^\circ\text{C}$ それぞれ温度での I_{OUT} - Duty のグラフです。 $V_{OUT(ON)}$ が 1.0 V より大きいときは、 $P(OUT)$ がグラフに示している条件よりも大きくなるため、 I_{OUT} または Duty をグラフよりさらに制限する必要があります。電流精度を保証範囲する I_{OUT} の値は $5 - 40\text{ mA}$ です。

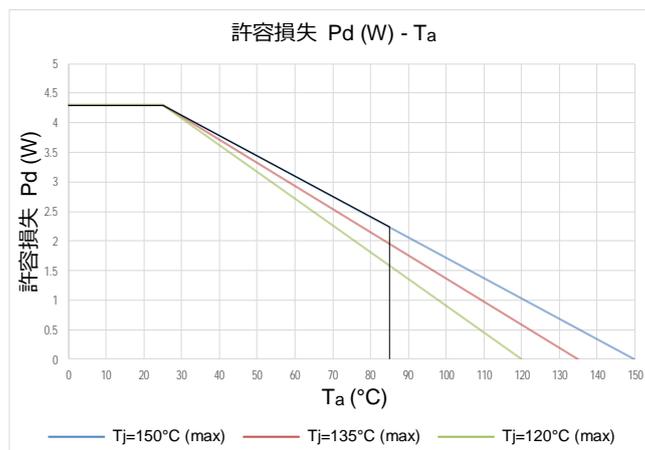


図 5.4 T_j の最大値を $120/135/150^\circ\text{C}$ としたときの許容損失

$T_j=150^\circ\text{C}$ の許容損失の範囲は、 $T_a=0^\circ\text{C}$ から 25°C を最大値として、 $T_a=150^\circ\text{C}$ 、 0 W を結ぶ斜線のうち、本 IC の動作温度範囲の上限 $T_a=85^\circ\text{C}$ の範囲です。熱設計を行うときには、図 5-4 の $T_j=135^\circ\text{C}$ や $T_j=120^\circ\text{C}$ の許容損失を参考に温度マージンを考慮してください。

5.3.3. TB62D786FTG のデイレレーティンググラフおよび許容損失 ($V_{CC}=5\text{ V}$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0\text{ V}$ 、基板実装時)

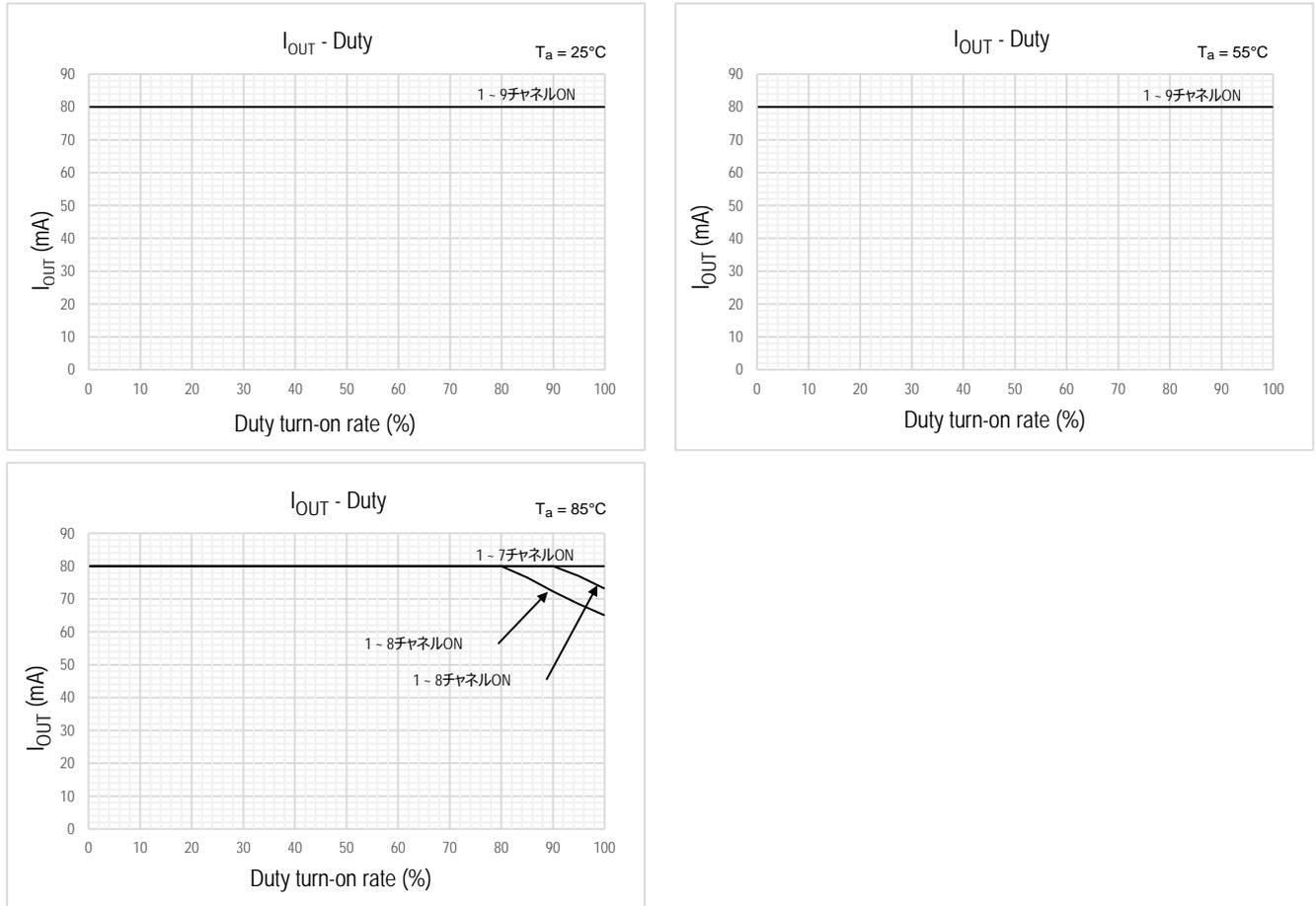


図 5.5 $T_j=135^\circ\text{C}$ 、 $T_a = 25 / 55 / 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0\text{ V}$ の概算デイレレーティンググラフ

この3つのグラフは、 $V_{OUT(ON)}=1.0\text{ V}$ 、最大接合部温度 $T_j=135^\circ\text{C}$ としたときの、 $T_a=25$ 、 55 、 85°C それぞれ温度での I_{OUT} - Duty のグラフです。 $V_{OUT(ON)}$ が 1.0 V より大きいときは、 $P(OUT)$ がグラフに示している条件よりも大きくなるため、 I_{OUT} または Duty をグラフよりさらに制限する必要があります。電流精度を保證範囲する I_{OUT} の値は $5 \sim 40\text{ mA}$ です。

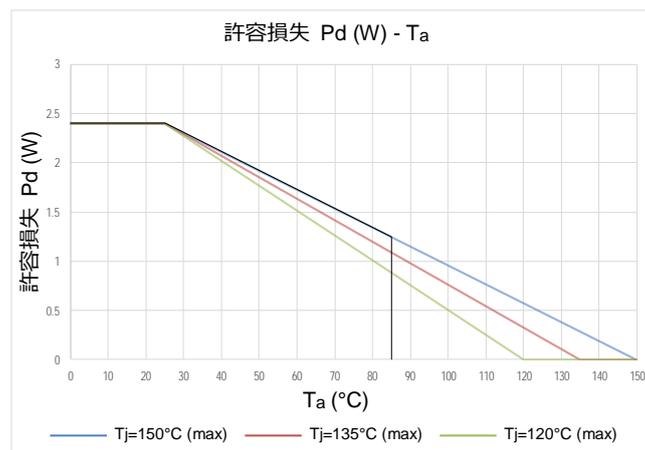


図 5.6 T_j の最大値を $120 / 135 / 150^\circ\text{C}$ としたときの許容損失

$T_j=150^\circ\text{C}$ の許容損失の範囲は、 $T_a=0^\circ\text{C}$ から 25°C を最大値として、 $T_a=150^\circ\text{C}$ 、 0 W を結ぶ斜線のうち、本 IC の動作温度範囲の上限 $T_a=85^\circ\text{C}$ の範囲です。熱設計を行うときには、図 5-6 の $T_j=135^\circ\text{C}$ や $T_j=120^\circ\text{C}$ の許容損失を参考に温度マージンを考慮してください。

5.3.4. TB62D787FTG のデイレーティンググラフおよび許容損失 ($V_{CC}=5\text{ V}$ 、 $V_{OUT(ON)}=1.0\text{ V}$ 、基板実装時)

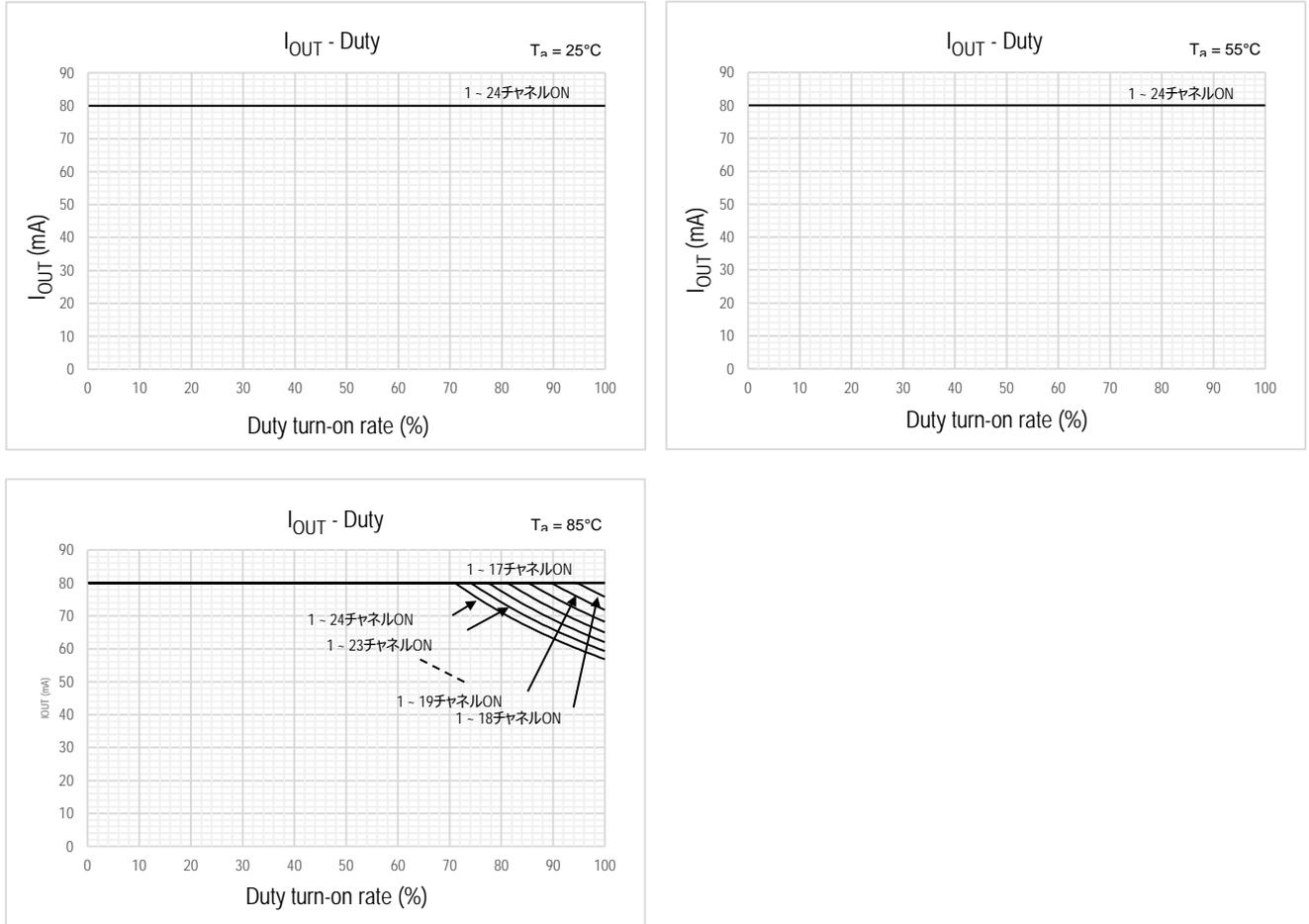


図 5.7 T_j=135°C、T_a =25 / 55 / 85°C、V_{OUT(ON)}=1.0 V の概算デイレーティンググラフ

この3つのグラフは、V_{OUT(ON)}=1.0 V、最大接合部温度 T_j=135°C としたときの、T_a=25、55、85°C それぞれ温度での I_{OUT} - Duty のグラフです。V_{OUT(ON)}が 1.0 V より大きいときは、P(OUT)がグラフに示している条件よりも大きくなるため、I_{OUT} または Duty をグラフよりさらに制限する必要があります。電流精度を保証範囲する I_{OUT} の値は 5 - 40 mA です。出力電流を 40 mA を超えて設定するときは、V_LOUT はこの IC へのみ供給してください。

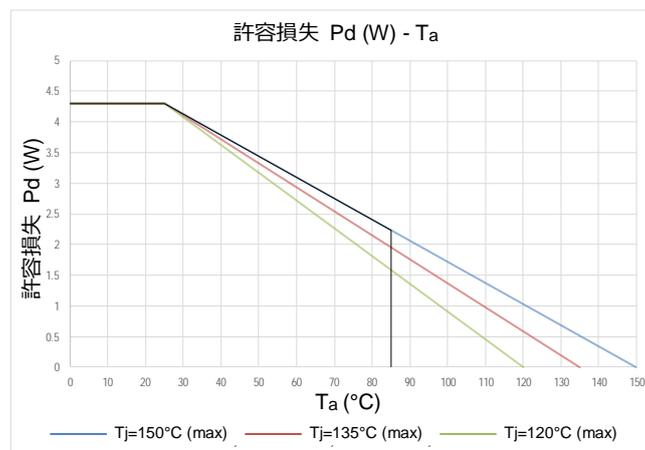


図 5.8 T_j の最大値を 120 / 135 / 150°C としたときの許容損失

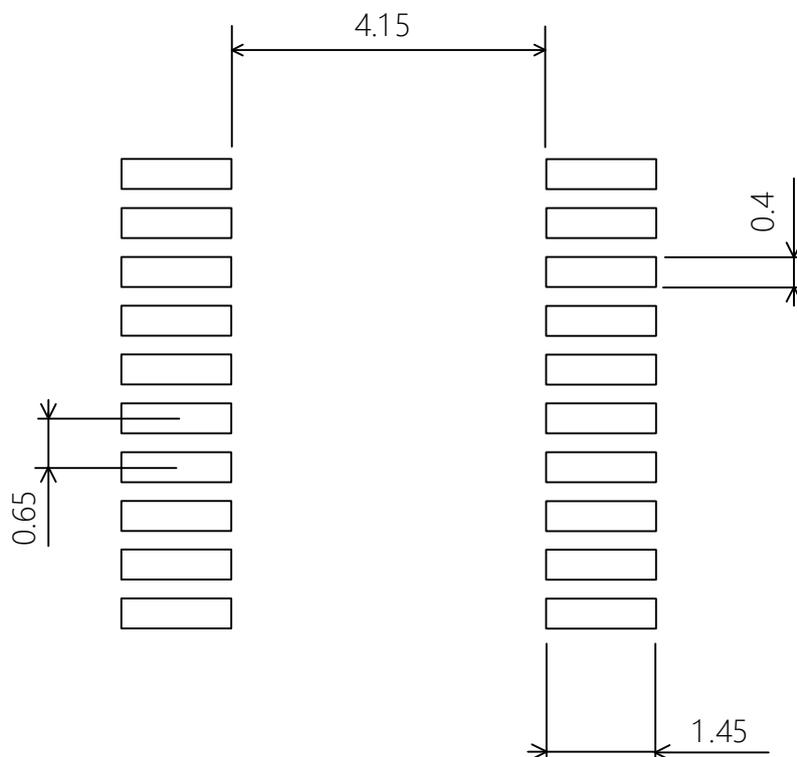
T_j=150°C の許容損失の範囲は、T_a=0°C から 25°C を最大値として、T_a=150°C、0 W を結ぶ斜線のうち、本 IC の動作温度範囲の上限 T_a=85°C の範囲です。熱設計を行うときには、図 5-8 の T_j=135°C や T_j=120°C の許容損失を参考に温度マージンを考慮してください。

6. 参考フットパターン

6.1. TB62781FNG の参考フットパターン

SSOP20-P-225-0.65A

単位: mm



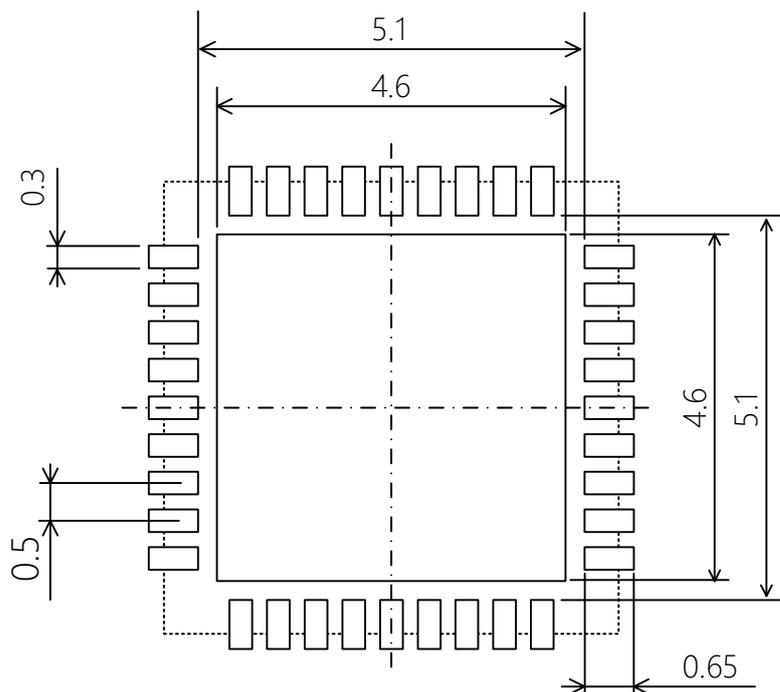
注意

- 特に指示が無い限り、寸法数字の単位はミリメートルです。
- 本資料は JEITA ET-7501 Level3 に準じた参照用の図です。
当社は、図および情報の正確性、完全性に関して一切の保証を致しません。
- お客様で各種条件(はんだ付け条件など)を十分評価し、お客様の責任で調整を行ってください。
- 本資料の図は実際の形状や寸法を正確に示すものではありません。図から採寸などで現品の寸法を見積もるなど、その値で設計しないでください。
- 設計および使用に関しては、本製品に関する最新の情報および本製品が使用される機器の取扱説明書などをご確認の上、これに従ってください。

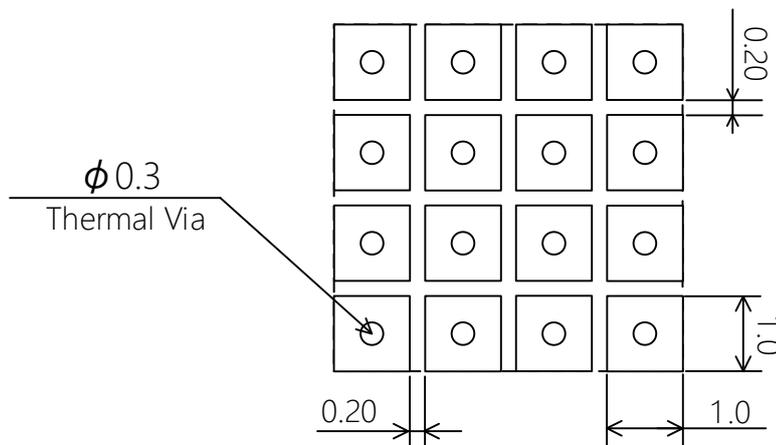
6.2. TB62D612FTG の参考フットパターン

P-WQFN36-0606-0.50-001

単位: mm



サーマルパッドの Via(イメージ)



QFN パッケージの裏面サーマルパッドは Via を設けてベタ GND へ接続してください。
サーマルパッドは、4.6 mm 平方です。この Via パターンは参考例です。

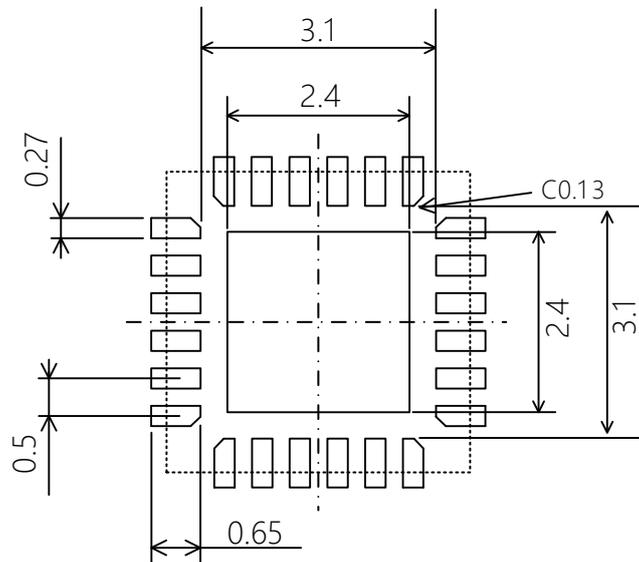
注意

- 特に指示が無い限り、寸法数字の単位はミリメートルです。
- 本資料は JEITA ET-7501 Level3 に準じた参照用の図です。
当社は、図および情報の正確性、完全性に関して一切の保証を致しません。
- お客様で各種条件(はんだ付け条件など)を十分評価し、お客様の責任で調整を行ってください。
- 本資料の図は実際の形状や寸法を正確に示すものではありません。図から採寸などで現品の寸法を見積もるなど、その値で設計しないでください。
- 設計および使用に関しては、本製品に関する最新の情報および本製品が使用される機器の取扱説明書などをご確認の上、これに従ってください。

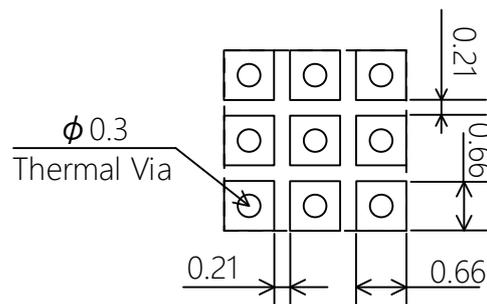
6.3. TB62D786FTG の参考フットパターン

P-VQFN24-0404-0.50-001

単位: mm



サーマルパッドの Via(イメージ)



QFN パッケージの裏面サーマルパッドは Via を設けてベタ GND へ接続してください。
サーマルパッドは、2.4 mm 平方です。この Via パターンは参考例です。

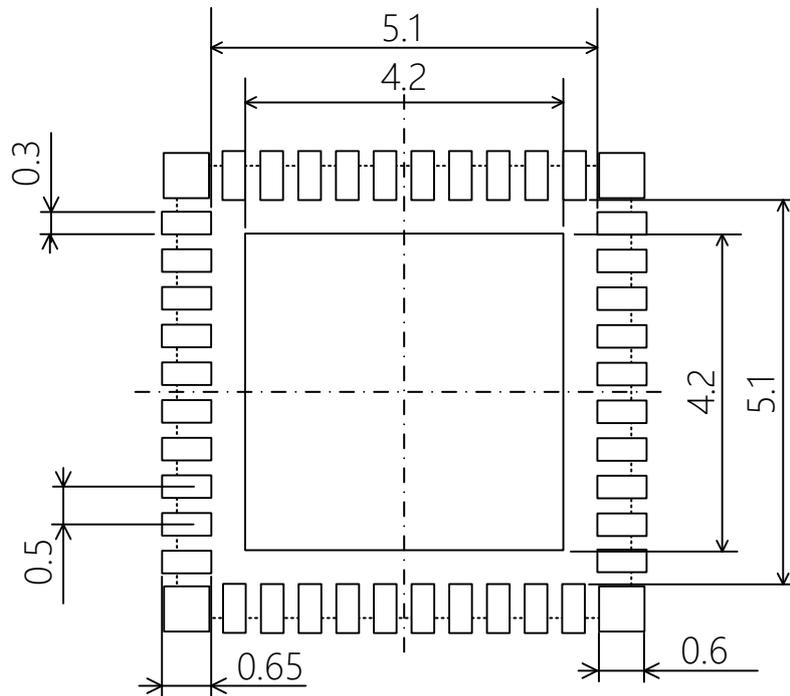
注意

- 特に指示が無い限り、寸法数字の単位はミリメートルです。
- 本資料は JEITA ET-7501 Level3 に準じた参照用の図です。
当社は、図および情報の正確性、完全性に関して一切の保証を致しません。
- お客様で各種条件(はんだ付け条件など)を十分評価し、お客様の責任で調整を行ってください。
- 本資料の図は実際の形状や寸法を正確に示すものではありません。図から採寸などで現品の寸法を見積もるなど、その値で設計しないでください。
- 設計および使用に関しては、本製品に関する最新の情報および本製品が使用される機器の取扱説明書などをご確認の上、これに従ってください。

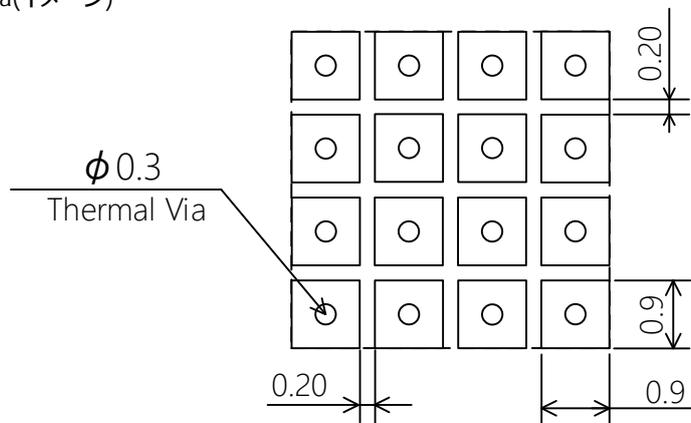
6.4. TB62D787FTG の参考フットパターン

P-VQFN40-0606-0.50-001

単位: mm



サーマルパッドの Via(イメージ)



QFN パッケージの裏面サーマルパッドは Via を設けてベタ GND へ接続してください。
サーマルパッドは、4.2 mm 平方です。この Via パターンは参考例です。

注意

- 特に指示が無い限り、寸法数字の単位はミリメートルです。
- 本資料は JEITA ET-7501 Level3 に準じた参照用の図です。
当社は、図および情報の正確性、完全性に関して一切の保証を致しません。
- お客様で各種条件(はんだ付け条件など)を十分評価し、お客様の責任で調整を行ってください。
- 本資料の図は実際の形状や寸法を正確に示すものではありません。図から採寸などで現品の寸法を見積もるなど、その値で設計しないでください。
- 設計および使用に関しては、本製品に関する最新の情報および本製品が使用される機器の取扱説明書などをご確認の上、これに従ってください。

記載内容の留意点

1. ブロック図

ブロック図内の機能ブロック/回路/定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

2. 等価回路

等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

3. タイミングチャート

タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化している場合があります。

4. 応用回路例

応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。

また、工業所有権の使用の許諾を行うものではありません。

5. 測定回路図

測定回路内の部品は、特性確認のために使用しているものであり、応用機器の誤動作や故障が発生しないことを保証するものではありません。

使用上のご注意およびお願い事項

使用上の注意事項

- (1) 絶対最大定格は複数の定格の、どの1つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。
複数の定格のいずれに対しても超えることができません。
絶対最大定格を超えると破壊、損傷および劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。
- (2) デバイスの逆差し、差し違い、または電源のプラスとマイナスの逆接続はしないでください。
電流や消費電力が絶対最大定格を超え、破壊、損傷および劣化の原因になるだけでなく、破裂・燃焼により傷害を負うことがあります。なお、逆差しおよび差し違いのままに通电したデバイスは使用しないでください。
- (3) 過電流の発生やICの故障の場合に大電流が流れ続けないように、適切な電源ヒューズを使用してください。ICは絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果、ICに大電流が流れ続けることで、発煙・発火に至ることがあります。破壊における大電流の流出入を想定し、影響を最小にするため、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置などの適切な設定が必要となります。
- (4) モータの駆動など、コイルのような誘導性負荷がある場合、ON時の突入電流やOFF時の逆起電力による負極性の電流に起因するデバイスの誤動作あるいは破壊を防止するための保護回路を接続してください。ICが破壊した場合、傷害を負ったり発煙・発火に至ったりすることがあります。
保護機能が内蔵されているICには、安定した電源を使用してください。電源が不安定な場合、保護機能が動作せず、ICが破壊することがあります。ICの破壊により、傷害を負ったり、発煙・発火に至ったりすることがあります。

使用上の留意点

(1) 過熱検出回路

過熱検出回路 (TSD)は、どのような場合でもICを保護するわけではありません。動作後は、速やかに過熱状態を解除するようお願いします。

絶対最大定格を超えて使用した場合など、ご使用法や状況により、過熱検出回路が正常に動作しなかったり、動作する前にICが破壊したりすることがあります。

(2) 放熱設計

パワーアンプ、レギュレータ、ドライバなどの、大電流が流出入するICの使用に際しては、適切な放熱を行い、規定接合温度 (Tj) 以下になるように設計してください。これらのICは通常使用時でも、自己発熱をします。IC放熱設計が不十分な場合、ICの寿命の低下・特性劣化・破壊が発生することがあります。

また、ICの発熱に伴い、周辺に使用されている部品への影響も考慮して設計してください。

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。