

MS1003SH/MS1004SH 部品調整方法

目次

はじめにお読みください	3
1. 基本回路図	4
2. 部品定数調整方法	4
2-1. 位相補正	5
2-2. V_{CC} 電圧調整	5
2-2-1. V_{CC} 電圧のレギュレーションが悪い場合の対策回路 ①	5
2-2-2. V_{CC} 電圧のレギュレーションが悪い場合の対策回路 ②	5
2-3. 谷点調整	6
2-4. 垂下調整	6
2-5. MOSFET V_{DS} 調整 (ドレイン・ソース間電圧)	7
2-5-1. 共振コンデンサによる調整	7
2-5-2. スナバ回路による調整	7
3. 基本設計確認	8
3-1. MOSFET $V_{DS(peak)}$	8
3-2. MOSFET $I_{D(peak)}$	9
3-3. 磁束密度 B_m	9
3-4. 起動時および切断時の波形観測について	10

はじめにお読みください

1. ご採用に際しては、別途仕様書をご請求の上、ご確認をお願いいたします。
2. 本資料に記載されている当社製品の品質水準は、一般的な信頼度が要求される標準用途を意図しています。
その製品の故障や誤動作が直接生命や人体に影響を及ぼすような極めて高い品質、信頼度を要求される特別、特定用途の機器、装置にご使用の場合には必ず事前に当社へご連絡の上、確認を得て下さい。当社製品の品質水準は以下のように分類しております。

【標準用途】

コンピュータ、OA 等の事務機器、通信用端末機器、計測器、AV 機器、アミューズメント機器、家電、
工作機器、パーソナル機器、産業用機器等

【特別用途】

輸送機器（車載、船舶等）、基幹用通信機器、交通信号機器、防災/防犯機器、各種安全機器、医療機器等

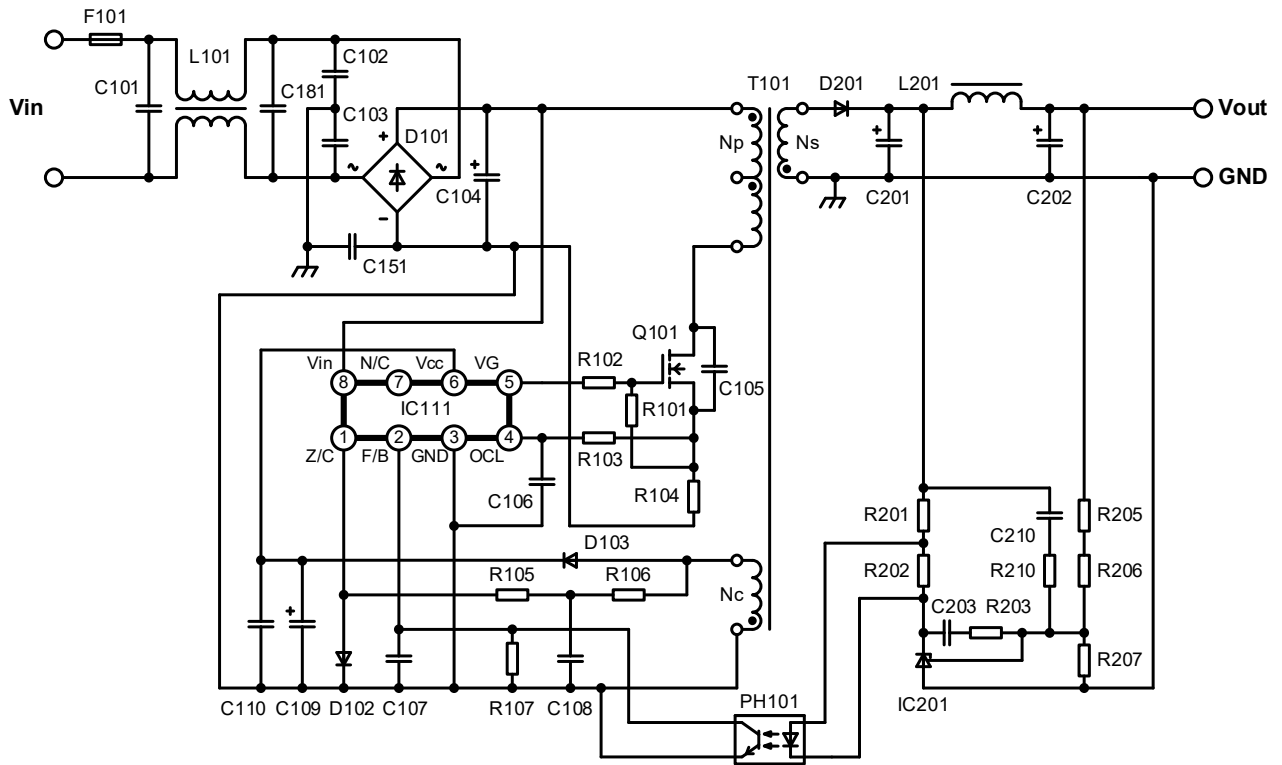
【特定用途】

原子力制御システム、航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、生命維持のための装置、システム等

3. 当社は品質と信頼性の向上に絶えず努めていますが、必要に応じ、安全性を考慮した冗長設計、延焼防止設計、誤動作防止設計等の手段により結果として人身事故、火災事故、社会的な損害等が防止できるようご検討下さい。
4. 本資料に記載されている内容は、製品改良などのためお断りなしに変更することがありますのでご了承下さい。
製品のご購入に際しましては事前に当社または特約店へ最新の情報をご確認下さい。
5. 本資料の使用によって起因する損害または特許権その他権利の侵害に関しては、当社は一切その責任を負いません。
6. 本資料によって第三者または当社の特許権その他権利の実施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。
7. 本資料に記載されている製品が、外国為替及び外国貿易管理法に基づき規制されている場合、輸出には同法に基づく日本国政府の輸出許可が必要です。
8. 本資料の一部または全部を当社に無断で転載または複製することを堅くお断りいたします。

1. 基本回路図

擬似共振電源用 IC (MS1003SH/MS1004SH) を搭載した基本的なフライバック電源回路図を示します。



2. 部品定数調整方法

擬似共振電源用 IC (MS1003SH/MS1004SH) の周辺部品定数の調整実施項目は以下の通りです。

V_{DS} 波形は MOSFET のドレイン・ソース間電圧波形、 I_D 波形は MOSFET に流れるドレイン電流波形を観測してください。

また、 V_{CC} 電圧波形は IC の 6pin-3pin 間の電圧波形を観測してください。

	実施事項	条件	確認ポイント	調整箇所
2-1	位相補正	全入出力範囲	V_{DS} 波形、 I_D 波形 出力電圧	R203, C203 R210, C210
2-2	V_{CC} 電圧調整	全入出力範囲	V_{CC} 電圧波形	R110 R181, DZ181
2-3	谷点調整	最大入力電圧の定格負荷 (擬似共振動作時)	V_{DS} 波形、 I_D 波形	R106, C108
2-4	垂下調整	最小と最大の入力電圧時の垂下点	V_{DS} 波形、 I_D 波形 V_{CC} 電圧波形	R104
2-5	MOSFET V_{DS} 調整 (ドレイン・ソース間電圧)	最大入力電圧の垂下点	出力電圧	R171, C171 D171, C105

2-1. 位相補正

V_{DS} 波形、 I_D 波形、出力電圧を観測しながら、お使いいただく全入力範囲および全出力範囲において、安定動作していることを確認下さい。

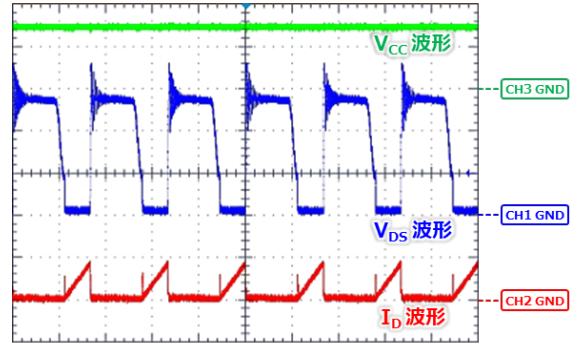


図 2-1 安定動作波形例 (擬似共振波形)

2-2. V_{CC} 電圧調整

2-2-1. V_{CC} 電圧のレギュレーションが悪い場合の対策回路 ①

設計条件によって、 V_{CC} 電圧のレギュレーションが悪い場合、図 2-2 のように R110 を追加してください。

R110 は 1~数十 Ω を目安に調整し、軽負荷時に V_{CC} 電圧が 11V を下回らないようにご注意ください。

また、 V_{CC} 端子には OVP (過電圧保護回路) が搭載されています。 V_{CC} 電圧が OVP 電圧になると、ラッチ停止しますので、 V_{CC} 電圧が 21V を上回らないようにしてください。

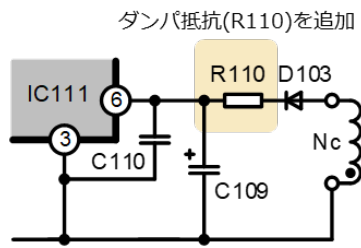


図 2-2 V_{CC} 電圧 対策回路①

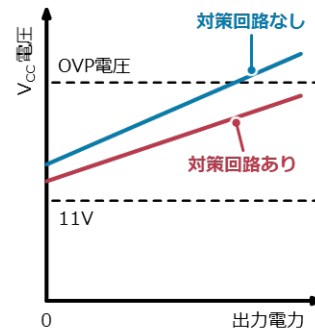


図 2-3 V_{CC} レギュレーション モデル図①

2-2-2. V_{CC} 電圧のレギュレーションが悪い場合の対策回路 ②

2-2-1 項の対策で V_{CC} 電圧を抑えきれない場合、図 2-4 のようにツェナダイオードと抵抗を追加して下さい。

DZ181 の電圧設定値は、図 2-5 の DZ181 動作点になります。

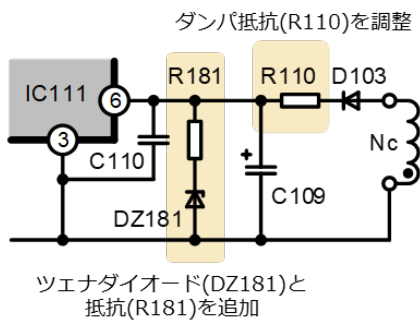


図 2-4 V_{CC} 電圧 対策回路②

	初期設計値	推奨値
R181	560 Ω	220 Ω ~1k Ω
DZ181	18V	16V~22V

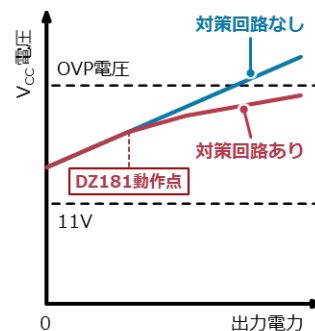


図 2-5 V_{CC} レギュレーション モデル図②

2-3. 谷点調整

実機波形を見ながら擬似共振谷点となるように調整してください。

R106 を変化させても谷点を調整できない場合は、C108 (初期設定 100pF) を 47pF~220pF の範囲で調整してください。

	初期設計値
C108	100pF
R106	1kΩ以上

C108 の両端にかかる最大電圧は以下の式で計算されます。算出値を参考に C108 の耐圧を決定してください。

$$V_{C108} = (V_{o1} + V_{F1}) \frac{N_C}{N_{S1}} + V_{DC(max)} \frac{N_C}{N_P} \quad [V]$$

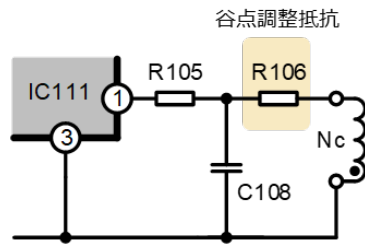


図 2-6 谷点調整抵抗

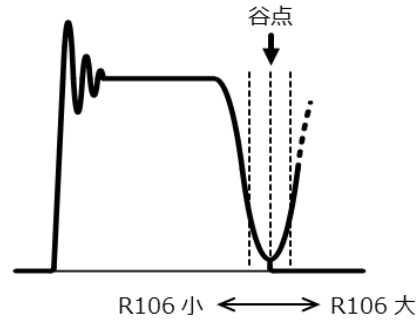


図 2-7 谷点調整 モデル図

2-4. 垂下調整

OCL-GND 端子間に電流検出抵抗を接続することで主スイッチング素子のソース電流を検出し、オン幅によって決定されるしきい値電圧により、パルス・バイ・パルス動作で主スイッチング素子の電流制限を行います。

電流制限の開始点 (垂下点) は R104 の抵抗で調整します。

$V_{TH(OCL)}$ 垂下電力制限以上に負荷を取ると、出力電圧が降下し $T_{(latch\ count)} = 2$ 秒(TYP) 経過でラッチ停止します。

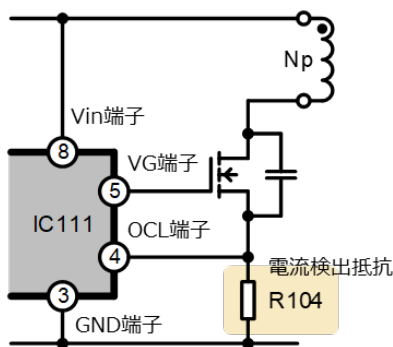


図 2-8 電流検出抵抗

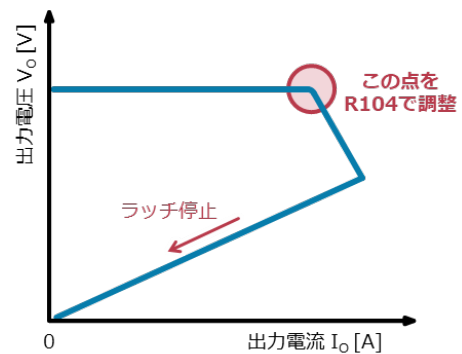


図 2-9 垂下調整 モデル図

2-5. MOSFET V_{DS} 調整 (ドレイン・ソース間電圧)

2-5-1. 共振コンデンサによる調整

共振コンデンサの容量設定について特別な制限はありませんが、実使用上 47pF~2200pF の範囲で決定するようにしてください。

電源性能の最適化において、共振コンデンサ容量の変更はトレードオフになるものが多いので容量変更のメリット・デメリットをよく検討して定数を決定してください。

また、トランスの再設計においてトレードオフが改善する場合がありますので、電源性能の最適化においてはトランスの再設計も考慮するようにしてください。

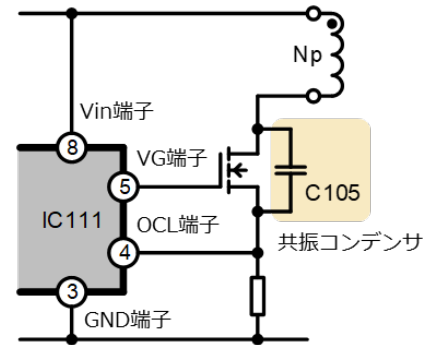


図2-10 共振コンデンサ

項目	小 ←	コンデンサ容量	→ 大
MOSFET V_{DS} サージ電圧	大きくなる	⇔	小さくなる
MOSFET の発熱	小さくなる	⇔	大きくなる
垂下点電力	大きくなる	⇔	小さくなる
ターンオン直後の MOSFET 電流値	小さくなる	⇔	大きくなる
同じ出力電力条件での MOSFET ピーク電流値	小さくなる	⇔	大きくなる
出力電圧のレギュレーション	悪くなる	⇔	良くなる
V_{CC} 電圧のレギュレーション	悪くなる	⇔	良くなる
電源効率	良くなる	⇔	悪くなる
ノイズ	悪くなる傾向	⇔	良くなる傾向

2-5-2. スナバ回路による調整

共振コンデンサだけでは MOSFET V_{DS} 調整が出来ない場合、図 2-11 のようなスナバ回路を追加することでも対策が可能です。ただし、スナバ回路の損失により電源効率は悪くなる傾向にありますので、共振コンデンサとの併用のうえ、メリット・デメリットをよく検討し、デレーティングも考慮しながら定数を決定してください。

部品追加例	
R171	100k Ω
C171	2200pF
D171	D1NK100 (ファストリカバリダイオード 1000V/1A)

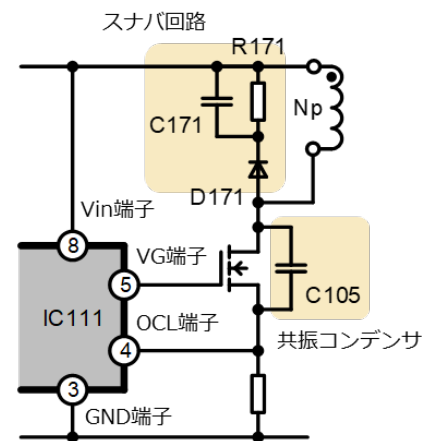


図2-11 スナバ回路

3. 基本設計確認

擬似共振電源用 IC (MS1003SH/MS1004SH) を使用した電源回路において、基本的な設計に問題がないかを確認してください。
以下の設計確認項目は、あくまで当社の判断基準であり、内容については保証するものではありません。
実際に使われるお客様の用途、仕様、社内設計基準に準じて確認してください。

確認項目	確認時の動作条件	設計判断基準	判断基準を外れた場合の変更・調整箇所
Q101 MOSFET V_{DS}	最大入力電圧の垂下点 最大入力電圧の起動時	絶対最大定格 90%未満	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2-5 : MOSFET V_{DS} 調整 ■ 耐圧の大きな MOSFET に変更
Q101 MOSFET I_D	最小入力電圧の垂下点 最大入力電圧の垂下点 最小入力電圧の起動時 最小入力電圧の切断時	絶対最大定格 80%未満	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2-5-1 : 共振コンデンサによる調整 ■ ドレイン電流の大きな MOSFET に変更
垂下特性	最小入力電圧の垂下点 最大入力電圧の垂下点	垂下点が最大出力電力の 1.2 倍以上 垂下後ラッチ停止の確認	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2-4 : 垂下調整
T101 磁束密度 B_m	最小入力電圧の垂下点 最大入力電圧の垂下点 最小入力電圧の起動時 最小入力電圧の切断時	飽和磁束密度の 80%未満	<ul style="list-style-type: none"> ■ トランス(T101)の再設計 ■ トランス(T101)コア材質の変更
IC101 V_{CC} 端子電圧	最小入力電圧の垂下点 最大入力電圧の垂下点 最小入力電圧の無負荷 最大入力電圧の無負荷	11V < V_{CC} 端子電圧 < 24V (推奨動作条件)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2-2 : V_{CC} 電圧調整 ■ トランス(T101)の N_c 巻数変更 ■ トランス(T101)の巻線構造変更
2次側整流 ダイオード 耐圧	最大入力電圧の垂下点	絶対最大定格 80%未満	<ul style="list-style-type: none"> ■ 耐圧の大きな MOSFET に変更
Q101 D101 D201 温度上昇	最小入力電圧の定格負荷 最大入力電圧の定格負荷 最大入力電圧の最大発振周波数	温度上昇 (ΔT) 40°C未満	<ul style="list-style-type: none"> ■ ヒートシンクのサイズアップ ■ 部品を高スパックのものに変更 ■ 2-5-1 : 共振コンデンサによる調整 (最大発振周波数時 MOSFET の発熱が大きい場合)

3-1. MOSFET $V_{DS(peak)}$

主スイッチング素子である MOSFET(Q101)のドレイン・ソース間電圧 $V_{DS(peak)}$ を観測し、絶対最大定格の 90%未満の電圧値であることを確認してください。確認時の動作条件は、 $V_{DS(peak)}$ が最も高くなる、最大入力電圧の垂下点および最大入力電圧の起動時です。

確認した $V_{DS(peak)}$ が絶対最大定格の 90%を超えてしまう場合は、2-5 項の「MOSFET V_{DS} 調整」を参考に、 $V_{DS(peak)}$ を抑える対策をしていただくか、耐圧の大きな MOSFET に変更してください。

なお、「絶対最大定格の 90%未満」は当社の判断基準であり、実際に使われるお客様の用途、仕様、社内設計基準に準じて確認してください。

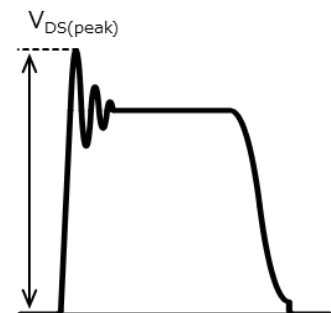


図 3-1 $V_{DS(peak)}$ の観測

3-2. MOSFET $I_{D(peak)}$

主スイッチング素子である MOSFET(Q101)のドレイン電流 $I_{D(peak)}$ を観測し、絶対最大定格の 80%未満の電流値であることを確認してください。

確認時の動作条件は $I_{D(peak)}$ が最も大きくなる、以下の 4 点です。

- ・最小入力電圧の垂下点
- ・最大入力電圧の垂下点
- ・最小入力電圧の起動時
- ・最小入力電圧の切断時

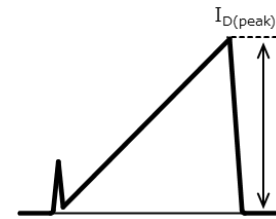


図 3-2 $I_{D(peak)}$ の観測 例 1

確認した $I_{D(peak)}$ が絶対最大定格の 80%を超えてしまう場合は、以下のよう
な対策をしてください。

図 3-2 における $I_{D(peak)}$ を抑える場合	より大きなドレイン電流を流せる MOSFET に変更してください。
図 3-3 における $I_{D(peak)}$ を抑える場合	2-5-1 項の「共振コンデンサによる調整」を参考に対策してください。 または、より大きなドレイン電流を流せる MOSFET に変更してください。

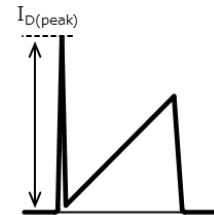


図 3-3 $I_{D(peak)}$ の観測 例 2

なお、「絶対最大定格の 80%未満」は当社の判断基準であり、実際に使われるお客様の用途、仕様、社内設計基準に準じて確認してください。

3-3. 磁束密度 B_m

設計したトランスの磁束密度 B_m を算出し、飽和磁束密度の 80%未満であることを確認してください。

確認時の動作条件は磁束密度 B_m が最も大きくなる、以下の 4 点です。

- ・最小入力電圧の垂下点
- ・最大入力電圧の垂下点
- ・最小入力電圧の起動時
- ・最小入力電圧の切断時

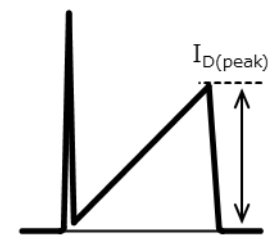


図 3-4 磁束密度 B_m 算出時の $I_{D(peak)}$

磁束密度 B_m は以下の式で算出してください。

$$B_m = \frac{L_p \times I_{D(peak)}}{N_p \times A_e} \times 10^9 \quad [\text{mT}]$$

B_m	: 磁束密度	[mT]
L_p	: 1 次インダクタンス	[H]
$I_{D(peak)}$: ドレイン電流最大値	[A]
N_p	: 1 次巻線巻数	[Turn]
A_e	: コア断面積	[mm ²]

$I_{D(peak)}$ は図 3-4 のように、三角波の peak 値を読み取ってください。

確認した磁束密度 B_m が飽和磁束密度の 80%を超えてしまう場合は、トランスの再設計、コア材質の変更をしてください。
「絶対最大定格の 80%未満」は当社の判断基準であり、実際に使われるお客様の用途、仕様、社内設計基準に準じて確認してください。

なお、磁束飽和密度はコアの材質によって異なります。

(例)

コア材質 PC40 の場合、飽和磁束密度は 390mT(100℃)

従って、磁束密度 (B_m) は $390\text{mT} \times 0.8 = 312\text{mT}$

→ 312mT 以下になっていることを確認してください。

3-4. 起動時および切断時の波形観測について

基本設計確認において、電源起動時、電源切断時の波形を観測するときは、以下のポイントを正確に観測してください。丸で囲った部分の $V_{DS(peak)}$ や $I_{D(peak)}$ を確認する必要があります。より正確に peak 値を判断できるように、拡大波形で確認してください。

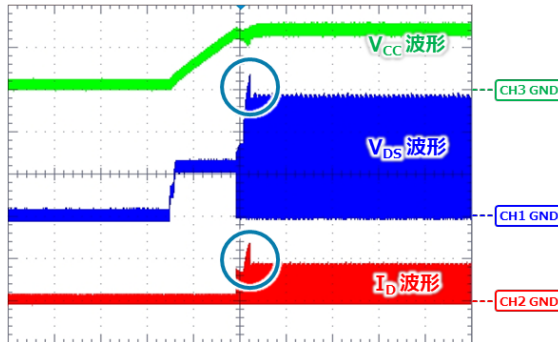


図 3-5 電源起動時 波形観測例

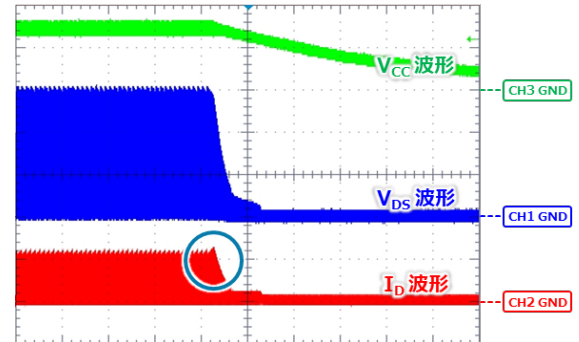


図 3-6 電源切断時 波形観測例