

Application Note

スマートハイサイドスイッチによる容量性負荷の充電



Rishika Patel

概要

TI のスマートハイサイドスイッチ (HSS) は、突入電流の抑制に役立つ電流制限機能を搭載しており、容量性負荷の充電に役立ちます。電流制限および過熱保護回路は、容量性負荷によって発生する過電流を制限することで、システムの信頼性と堅牢性を向上させるのに役立ちます。このアプリケーションノートでは、電流制限と接合部温度により、コンデンサを正常に充電するスイッチの能力にどのように影響するかを要約しています。

目次

1はじめに	4
1.1 容量性負荷の性質	4
2電流制限および過熱保護	5
3テスト設定と条件	6
3.1 プローブおよびジャンパの構成	7
4結果	8
4.1 波形の例	9
4.2 48V アプリケーションデバイス	11
5追加情報	12
6まとめ	31
7参考資料	31

図の一覧

図 1-1. 概念図	4
図 3-1. 評価基板のジャンパおよびプローブの構成	7
図 3-2. 構成	7
図 4-1. 容量性負荷充電動作 - 熱故障なし	9
図 4-2. 容量性負荷充電動作 - 熱故障	9
図 4-3. 容量性負荷充電動作 - 機能しない場合	10
図 5-1. テスト条件 1	13
図 5-2. テスト条件 2	13
図 5-3. テスト条件 3	13
図 5-4. テスト条件 4	13
図 5-5. テスト条件 5	13
図 5-6. テスト条件 6	13
図 5-7. テスト条件 7	14
図 5-8. テスト条件 8	14
図 5-9. テスト条件 9	14
図 5-10. テスト条件 10	14
図 5-11. テスト条件 11	14
図 5-12. テスト条件 12	14
図 5-13. テスト条件 13	15
図 5-14. テスト条件 14	15
図 5-15. テスト条件 15	15
図 5-16. テスト条件 16	15
図 5-17. テスト条件 17	15
図 5-18. テスト条件 18	15

目次

図 5-19. テスト条件 19.....	16
図 5-20. テスト条件 20.....	16
図 5-21. テスト条件 21.....	16
図 5-22. テスト条件 22.....	16
図 5-23. テスト条件 23.....	16
図 5-24. テスト条件 24.....	16
図 5-25. テスト条件 25.....	17
図 5-26. テスト条件 26.....	17
図 5-27. テスト条件 27.....	17
図 5-28. テスト条件 28.....	17
図 5-29. テスト条件 29.....	17
図 5-30. テスト条件 30.....	17
図 5-31. テスト条件 31.....	18
図 5-32. テスト条件 32.....	18
図 5-33. テスト条件 33.....	18
図 5-34. テスト条件 34.....	18
図 5-35. テスト条件 35.....	18
図 5-36. テスト条件 36.....	18
図 5-37. テスト条件 37.....	19
図 5-38. テスト条件 38.....	19
図 5-39. テスト条件 39.....	19
図 5-40. テスト条件 40.....	19
図 5-41. テスト条件 41.....	19
図 5-42. テスト条件 42.....	19
図 5-43. テスト条件 43.....	20
図 5-44. テスト条件 44.....	20
図 5-45. テスト条件 45.....	20
図 5-46. テスト条件 46.....	20
図 5-47. テスト条件 47.....	20
図 5-48. テスト条件 48.....	20
図 5-49. テスト条件 49.....	21
図 5-50. テスト条件 50.....	21
図 5-51. テスト条件 51.....	21
図 5-52. テスト条件 52.....	21
図 5-53. テスト条件 53.....	21
図 5-54. テスト条件 54.....	21
図 5-55. テスト条件 55.....	22
図 5-56. テスト条件 56.....	22
図 5-57. テスト条件 57.....	22
図 5-58. テスト条件 58.....	22
図 5-59. テスト条件 59.....	22
図 5-60. テスト条件 60.....	22
図 5-61. テスト条件 61.....	23
図 5-62. テスト条件 62.....	23
図 5-63. テスト条件 63.....	23
図 5-64. テスト条件 64.....	23
図 5-65. テスト条件 65.....	23
図 5-66. テスト条件 66.....	23
図 5-67. テスト条件 67.....	24
図 5-68. テスト条件 68.....	24
図 5-69. テスト条件 69.....	24
図 5-70. テスト条件 70.....	24
図 5-71. テスト条件 71.....	24
図 5-72. テスト条件 72.....	24
図 5-73. テスト条件 73.....	25
図 5-74. テスト条件 74.....	25
図 5-75. テスト条件 75.....	25
図 5-76. テスト条件 76.....	25

図 5-77. テスト条件 77.....	25
図 5-78. テスト条件 78.....	25
図 5-79. テスト条件 79.....	26
図 5-80. テスト条件 80.....	26
図 5-81. テスト条件 81.....	26
図 5-82. テスト条件 82.....	26
図 5-83. テスト条件 83.....	26
図 5-84. テスト条件 84.....	26
図 5-85. テスト条件 85.....	27
図 5-86. テスト条件 86.....	27
図 5-87. テスト条件 87.....	27
図 5-88. テスト条件 88.....	27
図 5-89. テスト条件 89.....	27
図 5-90. テスト条件 90.....	27
図 5-91. テスト条件 91.....	28
図 5-92. テスト条件 92.....	28
図 5-93. テスト条件 93.....	28
図 5-94. テスト条件 94.....	28
図 5-95. テスト条件 95.....	28
図 5-96. テスト条件 96.....	28
図 5-97. テスト条件 97.....	29
図 5-98. テスト条件 98.....	29
図 5-99. テスト条件 99.....	29
図 5-100. テスト条件 100.....	29
図 5-101. テスト条件 101.....	29
図 5-102. テスト条件 102.....	29
図 5-103. テスト条件 103.....	30
図 5-104. テスト条件 104.....	30
図 5-105. テスト条件 105.....	30
図 5-106. テスト条件 106.....	30
図 5-107. テスト条件 107.....	30
図 5-108. テスト条件 108.....	30

表の一覧

表 4-1. TPS1HTC30-Q1 コンデンサの充電時間.....	11
表 4-2. TPS1HTC100-Q1 コンデンサの充電時間.....	11
表 5-1. TPS1HTC30-Q1 コンデンサの充電時間キー.....	12
表 5-2. TPS1HTC100-Q1 コンデンサの充電時間キー.....	12

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

HSS は、抵抗性負荷と並列の容量性負荷に電力を供給するために多くのアプリケーションで使用されています。コンデンサは、EMI 性能やフィルタ電圧過渡などを改善するため、システムの出力側にも一般的に配置されます。容量によっては、大きな突入電流が発生する可能性があります。この動作はグランドに短絡したシナリオと比較することもできます。電流制限 (CL) ピンを使用して電流制限を設定すると、コンデンサから引き込まれるこの突入電流を低減できます。式 1 を使用すると、負荷の静電容量と時間の経過に応じて変化する、システムに発生する突入電流の量を予測できます。

$$I_{INRUSH} = C_{LOAD} \times \frac{dV}{dT} \quad (1)$$

1.1 容量性負荷の性質

出力電圧が電源電圧 (VS) レベルに達すると、コンデンサが完全に充電されたと見なされます。同時に、コンデンサは電流を流すのを停止し、抵抗性負荷は電流のシンクを開始します。図 1-1 は、スタートアップ中の電流はコンデンサが完全に充電されるまでオレンジの経路を取り、その後は緑色の経路を取ることを示しています。波形は、コンデンサが VS 近くまで充電されると、抵抗性負荷に流れるはずの電流レベル $I = VS/R_{LOAD}$ で電流が安定することを示しています。

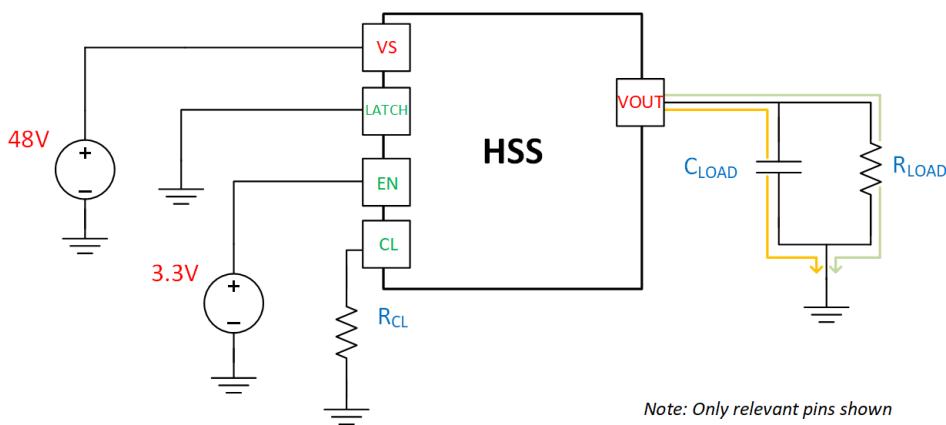


図 1-1. 概念図

以下の点に基づき、容量性負荷の充電合計時間は、容量性負荷および温度に応じて増加します。

- オームの法則 $V = IR$ に従い、電圧は電流と抵抗に応じて変化します。接合部温度が上昇すると、スイッチのオン抵抗も増加し、電流がさらに制限されます。
- RC (抵抗-コンデンサ) の時定数 $\tau = RC$ で、充電時間は抵抗に容量を乗じた値です。

2 電流制限および過熱保護

TI のスマート HSS は高精度で調整可能な電流制限機能を備えています。通常、電流制限ループのアサートには数 μ s かかります。数 μ s 以内に突入電流が制限値を超える可能性がありますが、保護のために電流を制限する内部高速トリップレベルが追加されています。電流制限ピンは、次の 3 つの方法のいずれかに構成できます (外部 1 つ、内部 2 つ)。

1. **CL** ピンを抵抗を介して接地し、デバイスの範囲内で電流制限を調整します。この計算方法に関する式または例は、各データシートの「アプリケーション情報」セクションに記載されています。抵抗と電流制限が該当デバイスの規定範囲内で選択されていることを確認してください。そうしないと電流制限が範囲外とみなされます。
2. **CL** = オープン、または内部電流制限の範囲外の場合は、**CL** ピンをフローティングのままにします。
3. **CL** = GND の内部電流制限では、**CL** ピンをグランドに直接接続します。

TI では抵抗を使用して電流制限を外部で設定することを強く推奨しています。内部制限はフェイルセーフ (外付け抵抗が損傷した場合など) のために設計されており、デバイスは自身を保護し、デバイスの故障と見なされます。上記の 2 と 3 の手法における内部電流制限は、各データシートの「電気的特性」表に記載されています。

使用可能な他の HSS では、この機能が含まれていない、またはユーザーがアプリケーションに基づいて電流制限を調整できます。TI の一部の HSS ではユーザーが電流制限を動的に変更できます。つまり、突入制御の初期制限値を設定して、通常の動作中に他の値に変更することができます。

過電流スレッショルドに達すると、デバイスに応じて応答があります。48V HTC デバイスの場合、サーマルシャットダウンに達するまで、デバイスは電流制限で電流をクランプします。サーマルシャットダウンには 2 つの種類があります。1 つは相対的、つまりパワー FET の温度 (T_{FET}) がコントローラ (T_{CON}) よりもはるかに速く上昇し、もう 1 つは絶対的、つまりデバイスが絶対リファレンス温度 (T_{ABS}) に達します。その種類に関わらず、デバイスに熱故障が発生すると、保護メカニズムとして出力がオフになります。デバイスが故障から回復した後、最終的にデバイスがオンになるかどうかは、ラッチピン構成によって異なります。ラッチピンが **Low** にプルされるとデバイスは自動再試行モードで動作し、ラッチピンが **High** にプルされるとデバイスはラッチオフモードになります。熱故障の概要を以下に示します。

- 相対サーマル・シャットダウン
 - $\Delta T = T_{FET} - T_{CON} > T_{REL}$
 - T_{REL} = 相対サーマルシャットダウンのスレッショルド
 - ラッチ = **Low** で、 t_{RETRY} 時間が経過すると、デバイスまたは出力は再びバックアップを試行します。
 - ラッチ = **High** の場合は、ラッチまたはイネーブルピンがトグルされるまで出力がオフのままで。
- 絶対サーマル・シャットダウン
 - デバイスが T_{ABS} に達する
 - ラッチ = **Low** の場合、デバイスが再びバックアップを試行するには、 t_{RETRY} 時間が経過しているときに、 $T_J < T_{ABS} - T_{hys}$ が真である必要があります。
 - T_{hys} = サーマルシャットダウンヒステリシスのスレッショルド
 - T_J = 接合部温度
 - ラッチ = **High** の場合は、ラッチまたはイネーブルピンがトグルされるまで出力がオフのままで。

3 テスト設定と条件

以下で行うテストでは、抵抗性負荷が容量性負荷と並列に配置しています。負荷電流 ($I_{LOAD} = I_L$) は、外部で設定された電流制限の半分に設定されました。

$$R_{LOAD} = \frac{VS}{I_{LOAD}}, \quad I_{LOAD} = \frac{I_{CL}}{2} \quad (2)$$

この実験では、電流制限 (MIN - CL 下限、TYP - CL 中間点、MAX - CL 上限) と温度 (25°C、85°C) が、容量性負荷を正常に充電するためのスイッチの能力にどのように影響するかを評価します。

装置:

- TI 評価基板 - TPS1HTC30EVM および TPS1HTC100EVM
- 定抵抗モードにおける電子負荷
- 関数発生器 - 3.3V DC 信号
- 電源 - 48V
- 電解コンデンサ (定格 50V 以上)
- 温度チャンバー (85°C)
- 0805 表面実装抵抗 (10kΩ、16.7kΩ、20kΩ、50kΩ)

注

50kΩ が入手できなかったため 51kΩ が使用されました。

- ケーブル
- 電圧および電流のプローブ
- 安全ボックスまたは筐体 (オプション)

TI の HSS で発生する望ましくないまたは異常な動作を除去するため、電子負荷を定抵抗モードで使用してください。定電流モードでは、負荷には常にプリセット電流が流れため、純粋な抵抗性負荷の動作を正確に表すのが困難です。

[『\(+\)\[FAQ\] 電子負荷によりハイサイドスイッチがシャットダウンするのはなぜですか？- パワーマネージメントフォーラム - パワーマネージメント - TI E2E サポートフォーラム』](#)で詳細をご確認ください。

電子負荷を使用するときは、抵抗性負荷がアクティブに オン になっていない限り、デバイスは開放負荷故障を検出します。各テストでは、以下の手順に従いました:

1. 出力の電解コンデンサを抵抗性負荷と並列に接続します。陽極または正の (長い) リード線を電源に接続し、陰極または負の (短い) リード線を接地しました。
2. テスト対象の電流制限に対して適切な抵抗を設定した後、電子負荷をオンにします。
3. 入力電源をオンにして、高い安定状態にします。
4. 関数発生器を使用して 3.3V EN High 信号をトリガします。
5. 結果を確認して電源をオフにします。

3.1 プローブおよびジャンパの構成

ジャンパ構成(黄色)、プローブ(赤)の位置、テスト設定の画像は、図 3-1 および図 3-2 を参照してください。

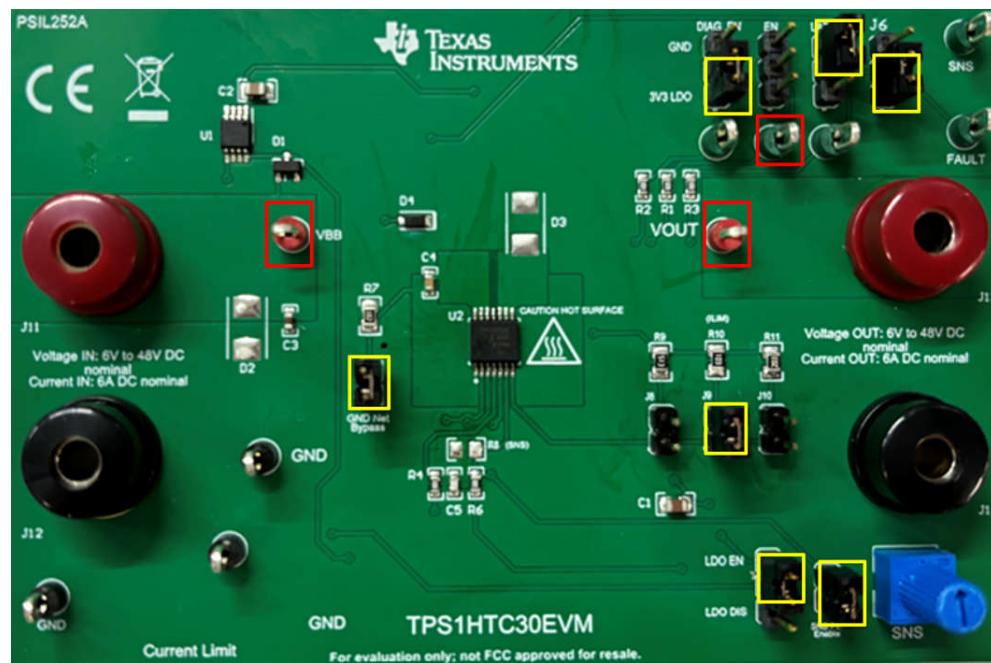


図 3-1. 評価基板のジャンパおよびプローブの構成

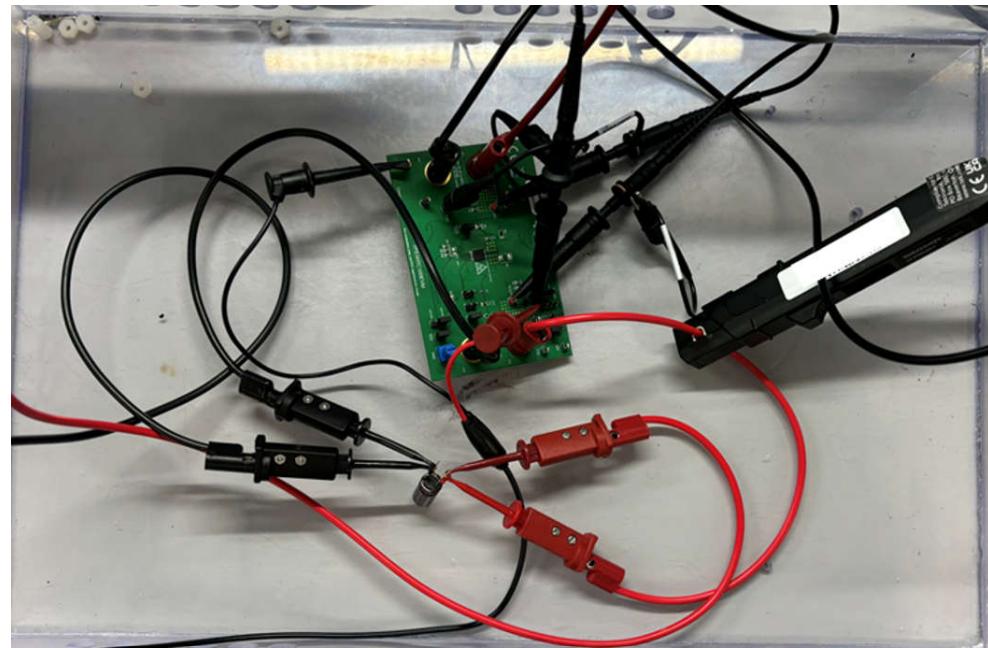


図 3-2. 構成

4 結果

表 4-1 と 表 4-2 の x は、デバイスがサーマルシャットダウンに移行する場所を示しています。それより大きいコンデンサは完全に充電できますが、充電はデバイスの自動再試行が数回行われた後に実行されます。一部のユーザーの場合、容量性負荷を完全に充電する前に出力が複数回オン/オフになるのは非効率的であり、特定のアプリケーションにおいてはタイムリーである可能性があります。図 4-1 は、熱故障が発生していない状態でコンデンサが充電される、通常動作時の波形の例を示しています。

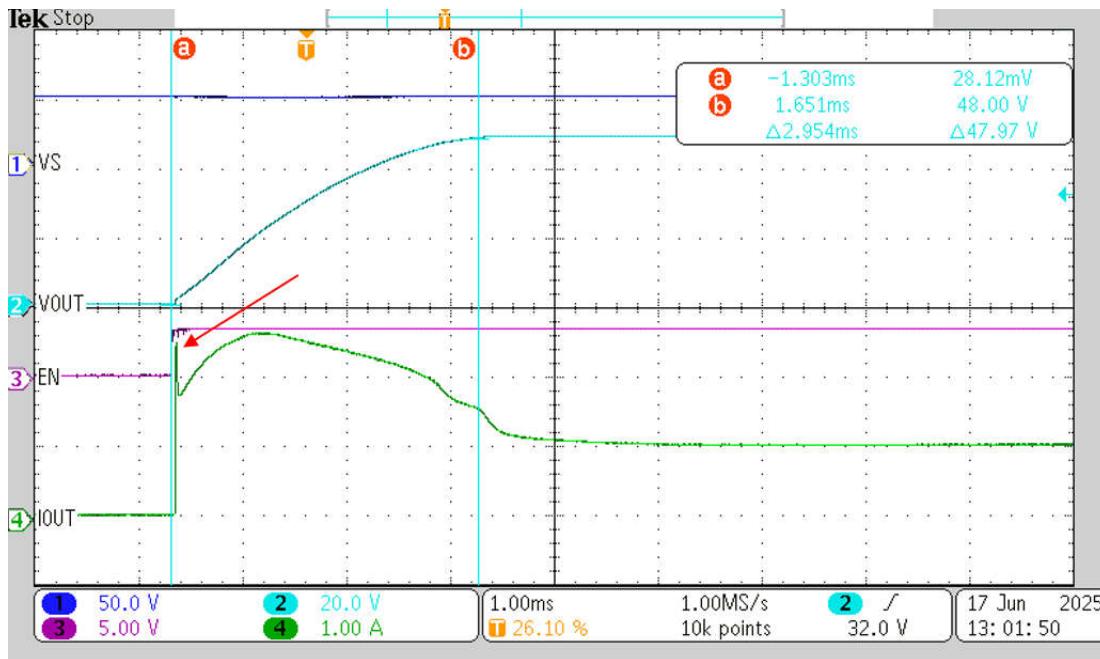
電流制限が減少すると、スイッチで充電できる静電容量が増加します。場合によっては、サーマルシャットダウンが発生しても正常に出力が充電される、低い電流制限を利用しながら大容量コンデンサを充電すると、VOUT 曲線はステップ関数のようになります (図 4-2 を参照)。それ以外の場合、より高い電流制限を使用すると、図 4-3 に示すように、出力電圧は時間をかけても VS まで充電できません。突入電流や負荷電流が大きいほど、FET に対する消費電力が大きくなります。デバイスの加熱が速いほど、デバイスはサーマルシャットダウンのスレッショルドに早く到達します。本デバイスの電流制限を低く構成すると、デバイスの発熱が少なくなり、回復が早くなり、大容量のコンデンサが小さなステップでゆっくり充電されるようになります。

測定装置とのわずかな電圧オフセットに起因する精度のわずかな低下により、合計充電時間が影響を受ける可能性があることに注意してください。小さいコンデンサに比べると大きなコンデンサの充電時間は長くなり、同じコンデンサであっても充電時の温度が高いと充電時間が長くなることが予想されます。これらの結果では、出力電圧が約 46 ~ 48V に達した時点で、コンデンサが完全に充電されたと見なされました。これは、出力電圧の上昇が止まった時点に基づきます。同じ電圧ポイントにおいて、抵抗性負荷のみに電流が流れる負荷電流レベルで安定するまでに若干時間がかかる場合もあります。データ表は、テストしたデバイスの充電時間の概算値を示しており、プロセス、電圧、温度 (PVT)、基板レイアウト (評価基板を使用しない場合) によって異なる場合があります。ここでの重要な概念は、デバイスにどの容量で熱故障が発生し始めるかを認識することです。

48V など、ドレンインソース間電圧が高く、突入電流や負荷電流が大きい場合、デバイスが電流を制限するポイントがターゲット制限値よりも高くなることがあります。これは FET よりも消費電力が大きいことが原因です。パワー FET は電流制限センス FET よりも発熱が大きくなります。これは、流れる電流が I_{LOAD}/K_{CL} がはるかに少ないためです (電流ミラーメカニズム)。最終的に、相互の発熱が生じ、パワー FET によってセンス FET の温度が上昇し始め、2 個の FET の温度が近くなります。時間の経過とともに、このデバイスは電流を適切に制御できるようになります。これはデバイスの信頼性には影響しません。

4.1 波形の例

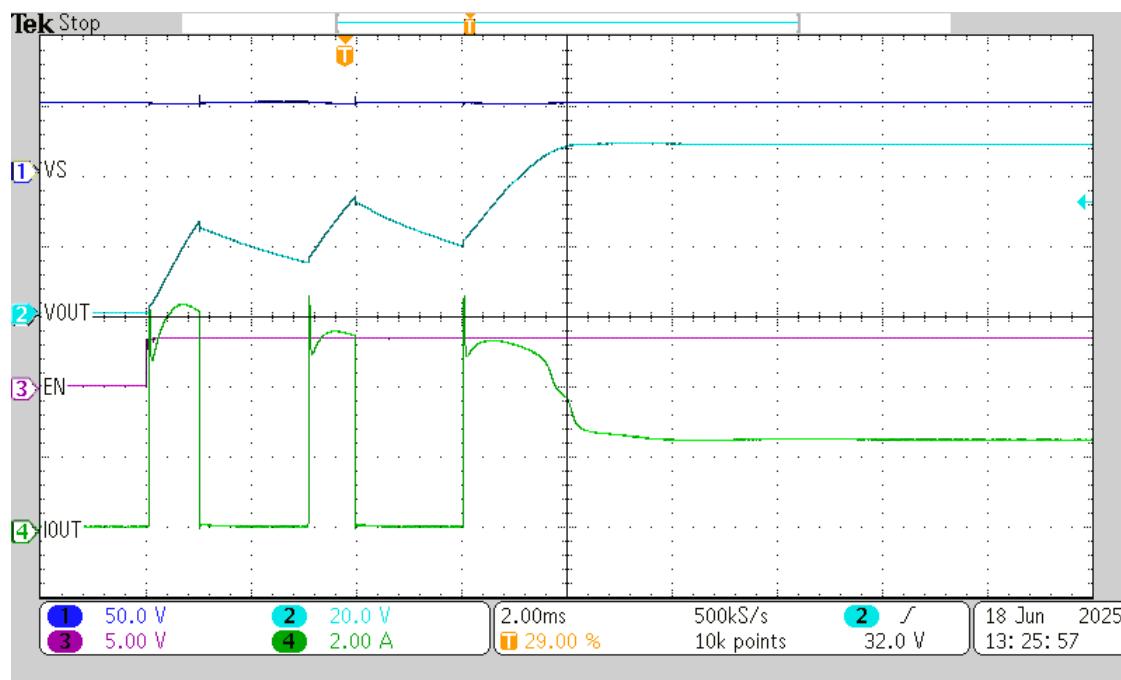
カーソル a - スイッチが有効。カーソル b - コンデンサがフル充電済み。赤い矢印は、電流制限ループのアサート前に発生する突入電流を示しています。



A. TPS1HTC30-Q1、CL の下限 - 2A、100μF、25°C

図 4-1. 容量性負荷充電動作 - 熱故障なし

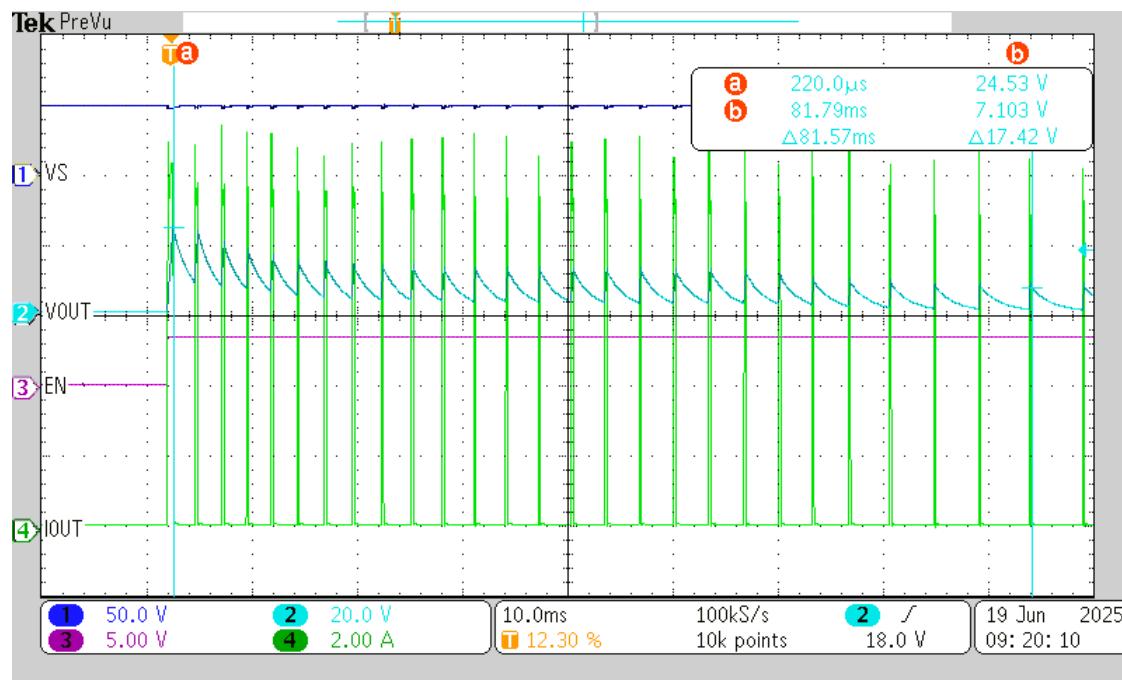
このデバイスは、数回オンまたはオフになった後に (自動再試行) 充電できるようになります。



A. TPS1HTC30-Q1、CL 中間点 - 5A、220μF、25°C

図 4-2. 容量性負荷充電動作 - 熱故障

このデバイスは VS まで出力を充電できません。



A. TPS1HTC30-Q1, CL の上限 - 10A, 180μF, 25°C

図 4-3. 容量性負荷充電動作 - 機能しない場合

4.2 48V アプリケーションデバイス

表 4-1. TPS1HTC30-Q1 コンデンサの充電時間

TPS1HTC30Q1	コンデンサの充電時間 (VS = 48V)					
	25°C			85°C		
	CL 下限	CL 中間点	CL 上限	CL 下限	CL 中間点	CL 上限
容量 (μF)	$R_{CL}=50\text{k}\Omega, I_{CL}=2\text{A}, R_L=48\Omega, I_L=1\text{A}$	$R_{CL}=20\text{k}\Omega, I_{CL}=5\text{A}, R_L=19.2\Omega, I_L=2.5\text{A}$	$R_{CL}=10\text{k}\Omega, I_{CL}=10\text{A}, R_L=9.6\Omega, I_L=5\text{A}$	$R_{CL}=50\text{k}\Omega, I_{CL}=2\text{A}, R_L=48\Omega, I_L=1\text{A}$	$R_{CL}=20\text{k}\Omega, I_{CL}=5\text{A}, R_L=19.2\Omega, I_L=2.5\text{A}$	$R_{CL}=10\text{k}\Omega, I_{CL}=10\text{A}, R_L=9.6\Omega, I_L=5\text{A}$
6.8	817.6μs	748.0μs	178.00μs	810.8μs	734.4μs	179.2μs
10	841.6μs	772.8μs	595.6μs	868.8μs	762.4μs	631.2μs
15	957.6μs	816.8μs	647.6μs	978.8μs	816.4μs	649.2μs
22	1.038ms	870.8μs	667.6μs	1.509ms	878.4μs	693.2μs
33	1.278ms	964.8μs	731.6μs	1.705ms	960.4μs	741.2μs
47	1.874ms	1.105ms	804.6μs	1.994ms	1.096ms	805.2μs
68	2.384ms	1.295ms	954.6μs	2.537ms	1.314ms	1.001ms
75	2.404ms	1.311ms	972.6μs	2.565ms	1.326ms	1.003ms
82	2.554ms	1.377ms	982.6μs	2.728ms	1.398ms	1.037ms
100	2.954ms	1.533ms	1.061ms	3.156ms	1.634ms	1.105ms
180	4.291ms	2.162ms	X	4.706ms	2.370ms	X
220	5.302ms	X	-	5.792ms	X	-
330	X	-	-	X	-	-

表 4-2. TPS1HTC100-Q1 コンデンサの充電時間

TPS1HTC100Q1	コンデンサの充電時間 (VS = 48V)					
	25°C			85°C		
	CL 下限	CL 中間点	CL 上限	CL 下限	CL 中間点	CL 上限
容量 (μF)	$R_{CL}=50\text{k}\Omega, I_{CL}=0.92\text{A}, R_L=104.3\Omega, I_L=0.46\text{A}$	$R_{CL}=16.7\text{k}\Omega, I_{CL}=3\text{A}, R_L=32\Omega, I_L=1.5\text{A}$	$R_{CL}=10\text{k}\Omega, I_{CL}=5.3\text{A}, R_L=18.1\Omega, I_L=2.65\text{A}$	$R_{CL}=50\text{k}\Omega, I_{CL}=0.92\text{A}, R_L=104.3\Omega, I_L=0.46\text{A}$	$R_{CL}=16.7\text{k}\Omega, I_{CL}=3\text{A}, R_L=32\Omega, I_L=1.5\text{A}$	$R_{CL}=10\text{k}\Omega, I_{CL}=5.3\text{A}, R_L=18.1\Omega, I_L=2.65\text{A}$
6.8	911.4μs	731.4μs	699.6μs	938.0μs	745.0μs	732.2μs
10	991.4μs	735.4μs	713.6μs	1.032μs	757.0μs	736.2μs
15	1.143ms	751.4μs	734.6μs	1.196ms	770.5μs	753.1μs
22	1.323ms	771.4μs	742.6μs	1.380ms	779.5μs	777.1μs
33	1.583ms	829.4μs	X	1.664ms	840.5μs	X
47	1.929ms	X	-	2.065ms	X	-
68	X	-	-	X	-	-

5 追加情報

以下の識別表は、各テストで波形を参照するのに役立ちます。セクション 4 では、コンデンサを充電する時間の代わりに、該当する図の番号に対応する数を使用しています。このセクションのすべての図は、5-# というラベルが付いています。2 番目の番号はキーテーブルの番号です。たとえば、表 5-1 の波形 6 を見る場合は、図 5-6 を参照してください。

表 5-1. TPS1HTC30-Q1 コンデンサの充電時間キー

TPS1HTC30-Q1	コンデンサの充電時間 (VS = 48V)					
	25°C			85°C		
	CL 下限	CL 中間点	CL 上限	CL 下限	CL 中間点	CL 上限
容量 (μF)	$R_{CL}=50\text{k}\Omega, I_{CL}=2\text{A}, R_L=48\Omega, I_L=1\text{A}$	$R_{CL}=20\text{k}\Omega, I_{CL}=5\text{A}, R_L=19.2\Omega, I_L=2.5\text{A}$	$R_{CL}=10\text{k}\Omega, I_{CL}=10\text{A}, R_L=9.6\Omega, I_L=5\text{A}$	$R_{CL}=50\text{k}\Omega, I_{CL}=2\text{A}, R_L=48\Omega, I_L=1\text{A}$	$R_{CL}=20\text{k}\Omega, I_{CL}=5\text{A}, R_L=19.2\Omega, I_L=2.5\text{A}$	$R_{CL}=10\text{k}\Omega, I_{CL}=10\text{A}, R_L=9.6\Omega, I_L=5\text{A}$
6.8	1	14	26	37	50	62
10	2	15	27	38	51	63
15	3	16	28	39	52	64
22	4	17	29	40	53	65
33	5	18	30	41	54	66
47	6	19	31	42	55	67
68	7	20	32	43	56	68
75	8	21	33	44	57	69
82	9	22	34	45	58	70
100	10	23	35	46	59	71
180	11	24	36	47	60	72
220	12	25	-	48	61	-
330	13	-	-	49	-	-

表 5-2. TPS1HTC100-Q1 コンデンサの充電時間キー

TPS1HTC100-Q1	コンデンサの充電時間 (VS = 48V)					
	25°C			85°C		
	CL 下限	CL 中間点	CL 上限	CL 下限	CL 中間点	CL 上限
容量 (μF)	$R_{CL}=50\text{k}\Omega, I_{CL}=0.92\text{A}, R_L=104.3\Omega, I_L=0.46\text{A}$	$R_{CL}=16.7\text{k}\Omega, I_{CL}=3\text{A}, R_L=32\Omega, I_L=1.5\text{A}$	$R_{CL}=10\text{k}\Omega, I_{CL}=5.3\text{A}, R_L=18.1\Omega, I_L=2.65\text{A}$	$R_{CL}=50\text{k}\Omega, I_{CL}=0.92\text{A}, R_L=104.3\Omega, I_L=0.46\text{A}$	$R_{CL}=16.7\text{k}\Omega, I_{CL}=3\text{A}, R_L=32\Omega, I_L=1.5\text{A}$	$R_{CL}=10\text{k}\Omega, I_{CL}=5.3\text{A}, R_L=18.1\Omega, I_L=2.65\text{A}$
6.8	73	80	86	91	98	104
10	74	81	87	92	99	105
15	75	82	88	93	100	106
22	76	83	89	94	101	107
33	77	84	90	95	102	108
47	78	85	-	96	103	-
68	79	-	-	97	-	-

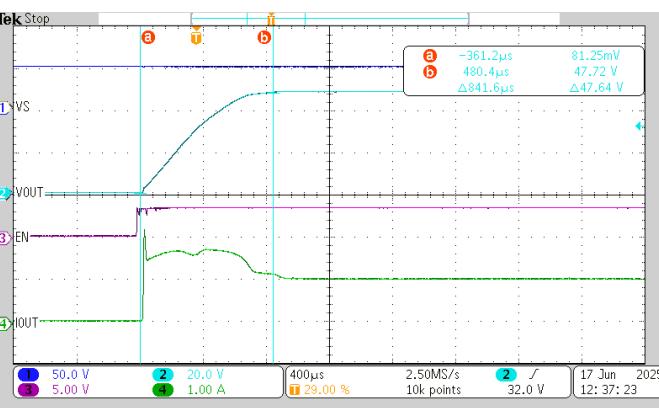
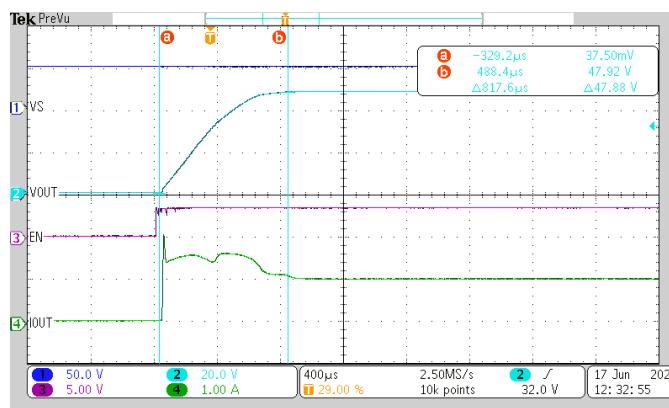


図 5-1. テスト条件 1

図 5-2. テスト条件 2

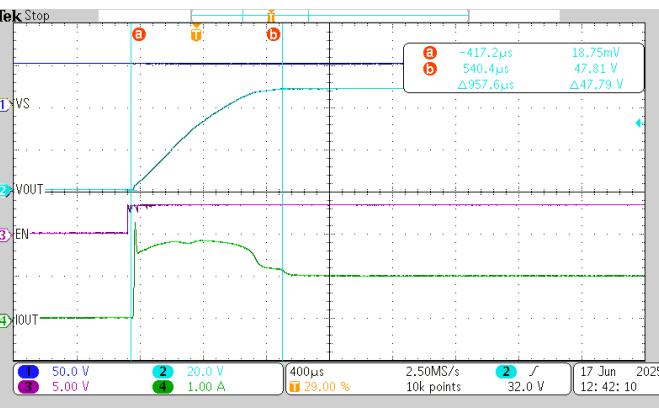
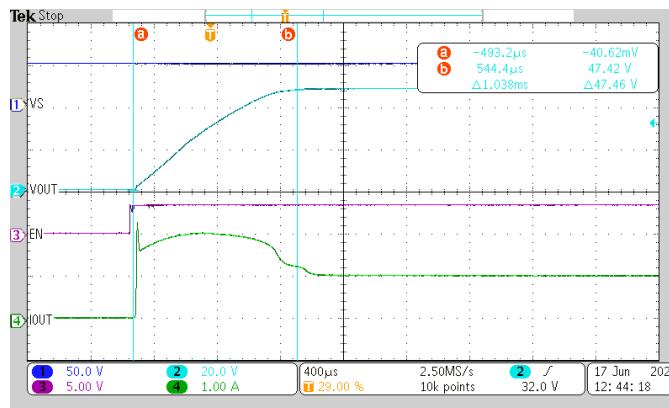


図 5-3. テスト条件 3

図 5-4. テスト条件 4

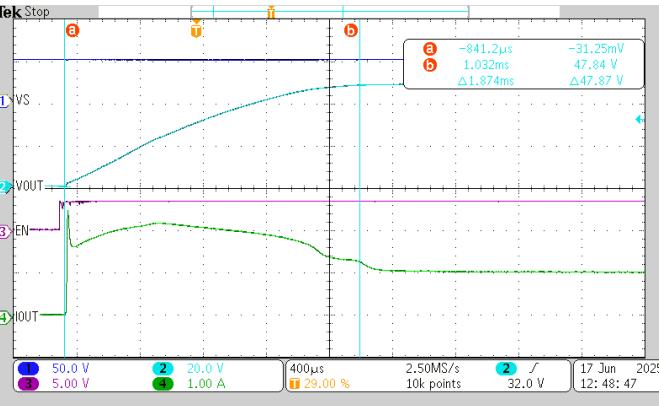
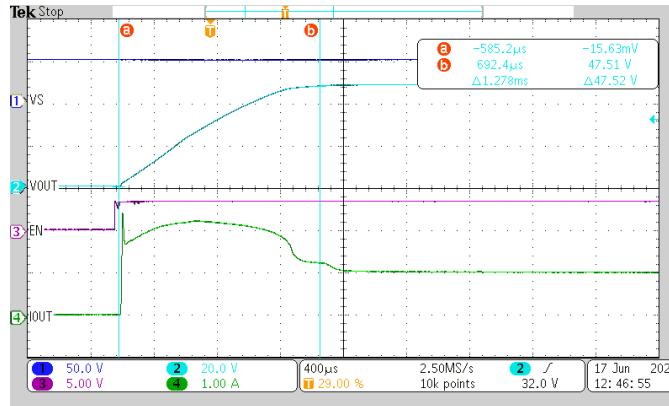


図 5-5. テスト条件 5

図 5-6. テスト条件 6

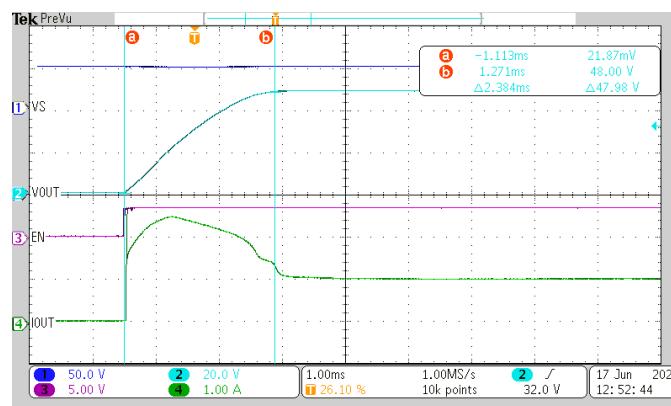


図 5-7. テスト条件 7

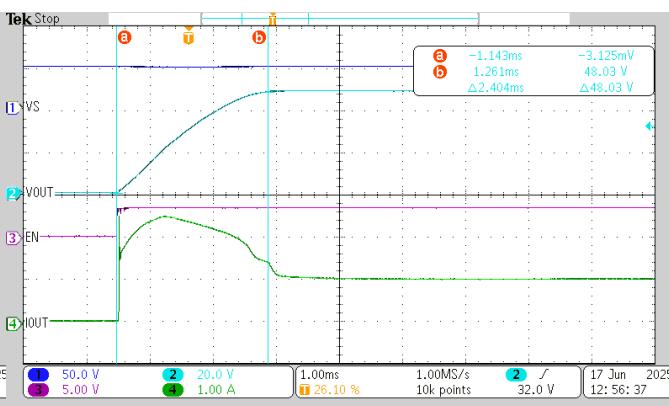


図 5-8. テスト条件 8

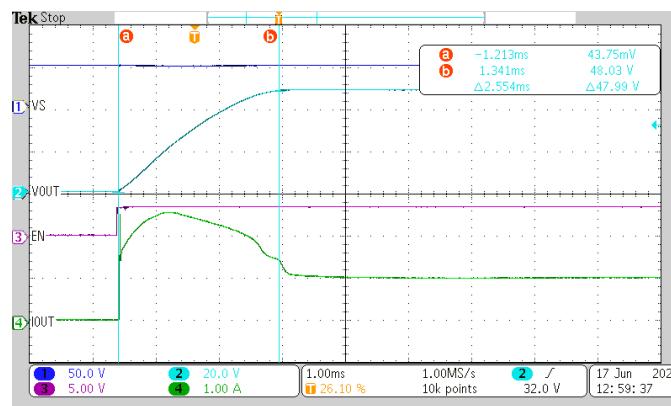


図 5-9. テスト条件 9

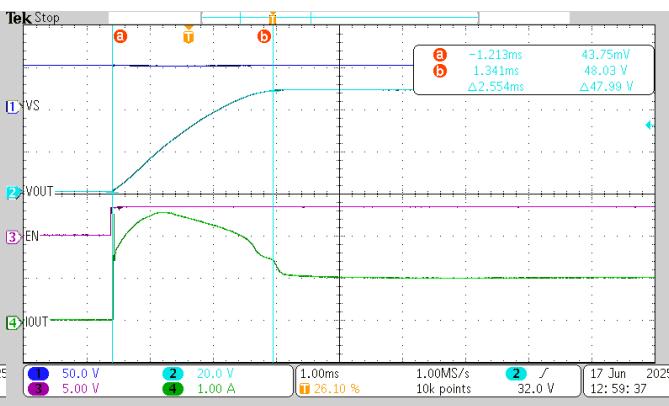


図 5-10. テスト条件 10

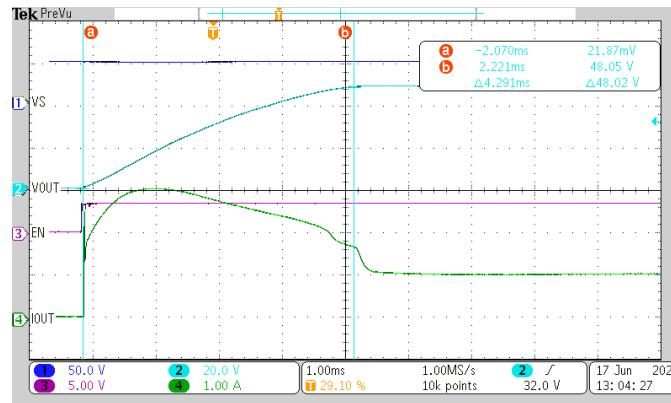


図 5-11. テスト条件 11

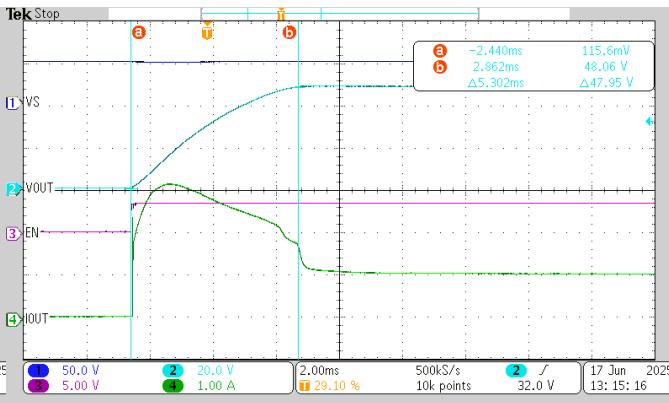
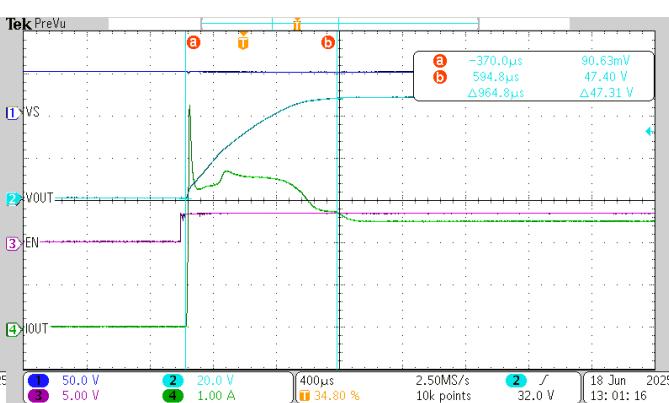
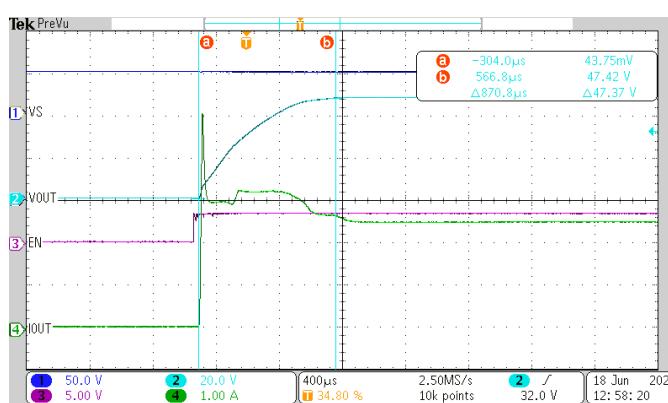
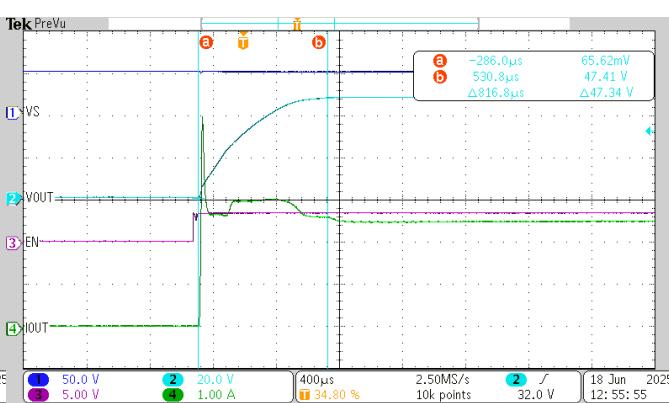
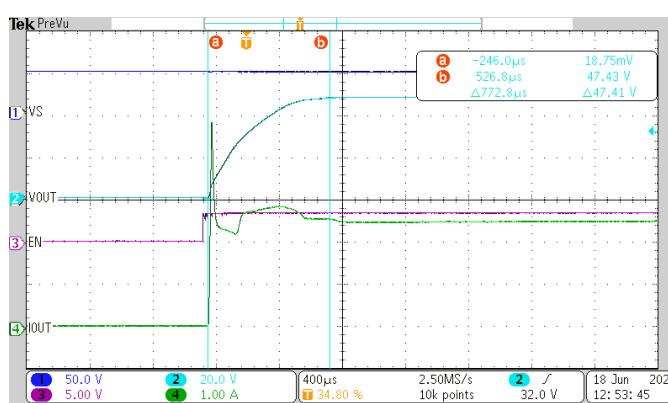
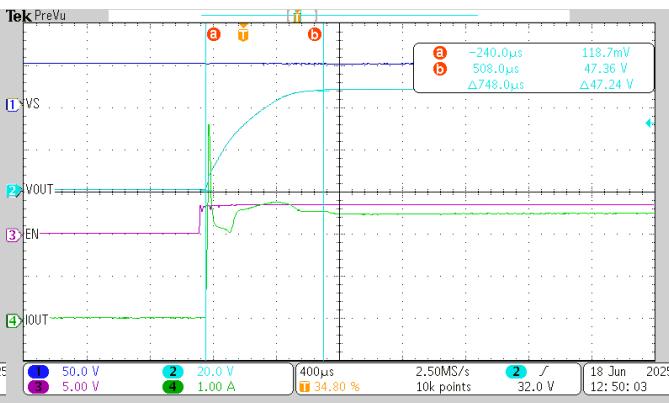
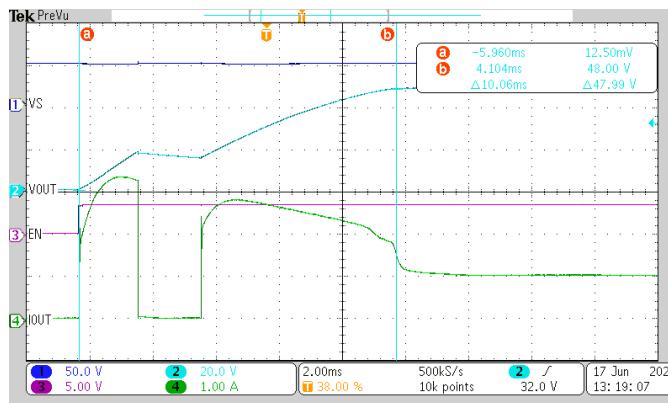
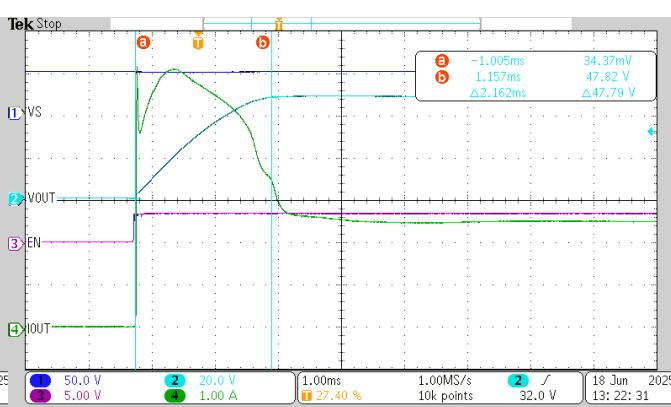
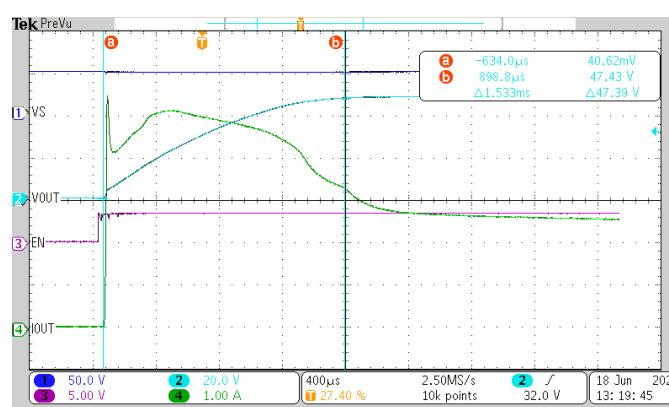
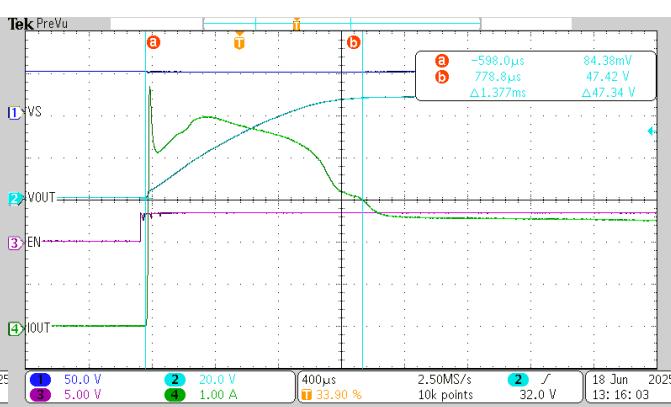
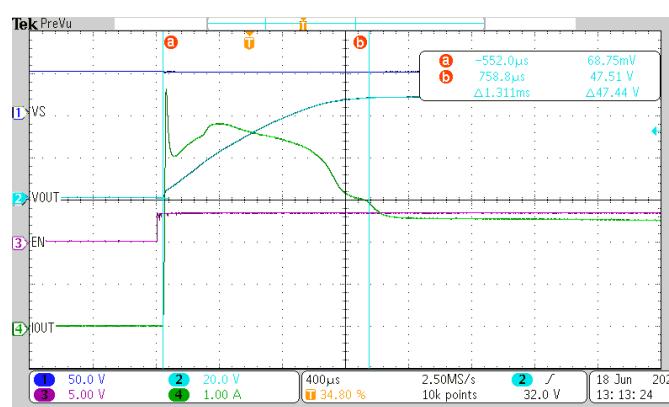
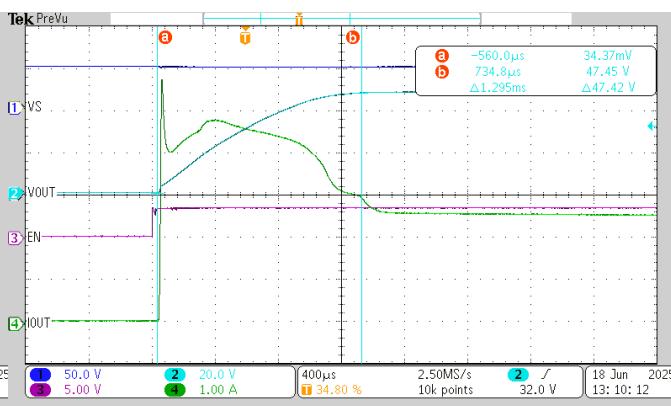
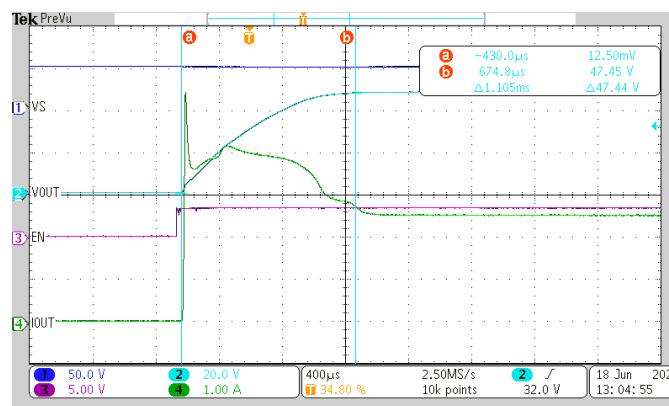
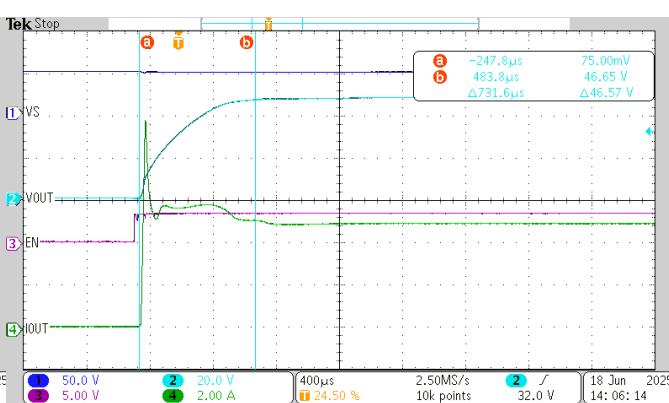
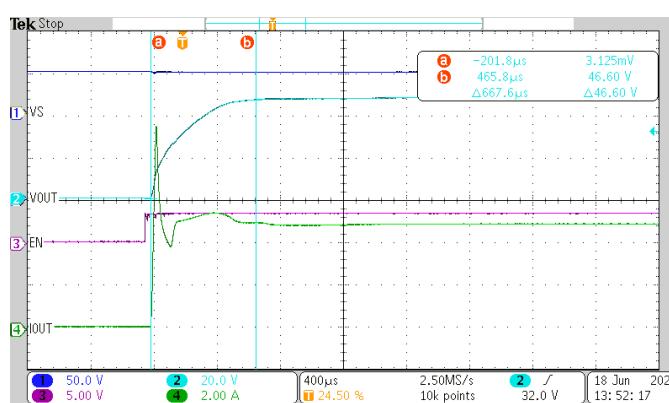
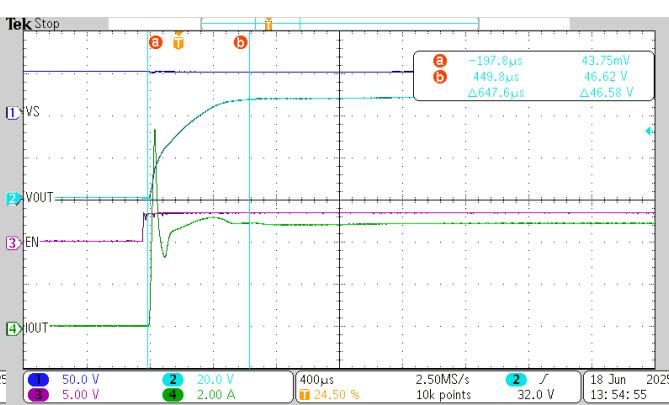
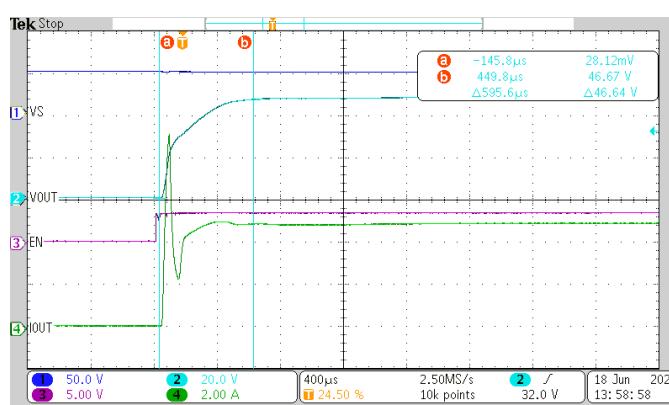
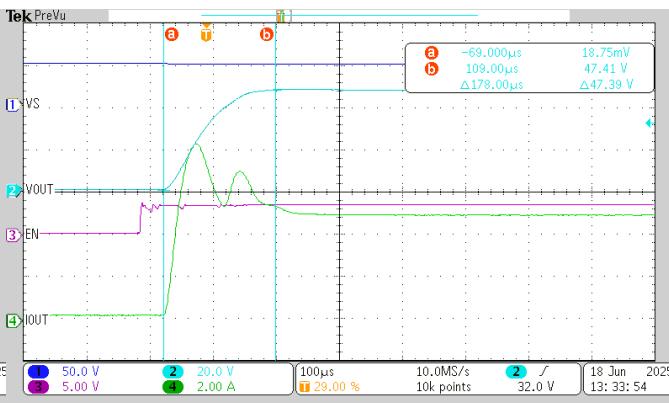
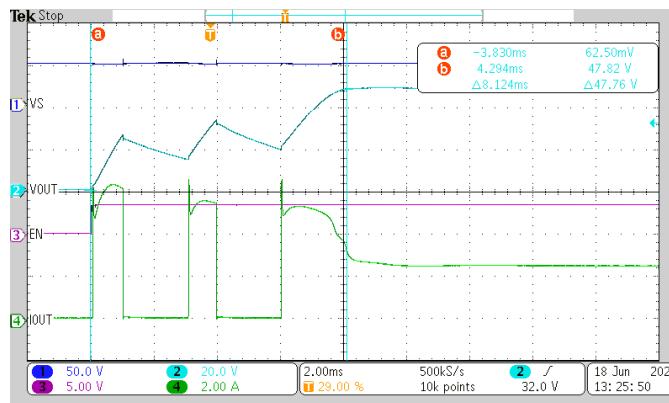


図 5-12. テスト条件 12







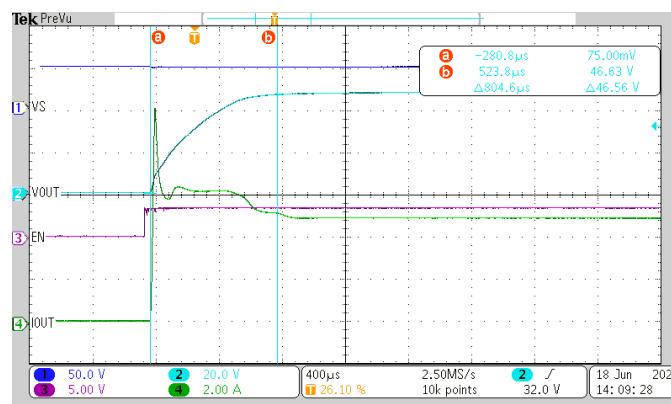


図 5-31. テスト条件 31

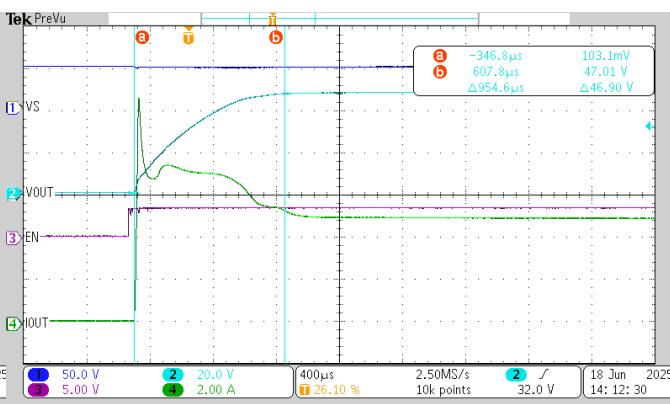


図 5-32. テスト条件 32

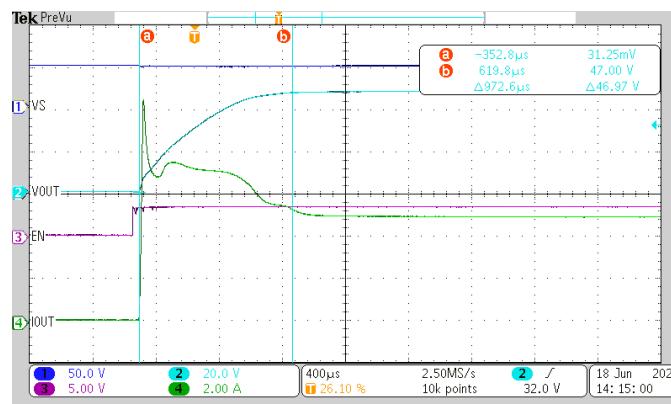


図 5-33. テスト条件 33

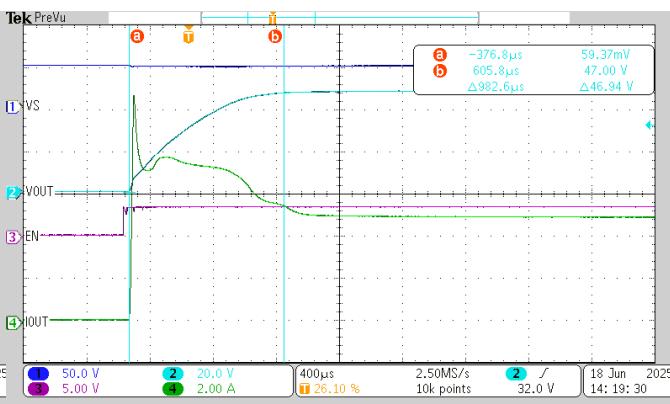


図 5-34. テスト条件 34

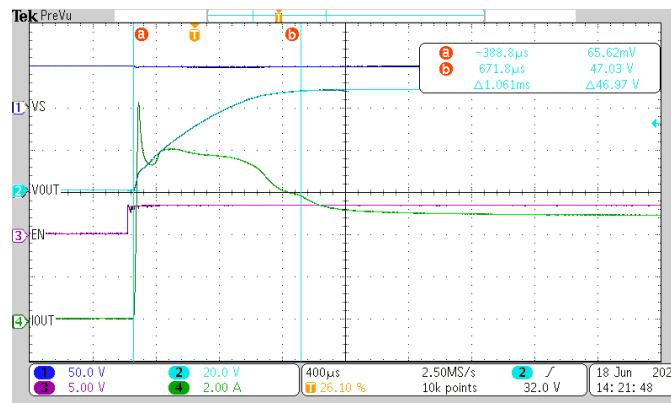


図 5-35. テスト条件 35

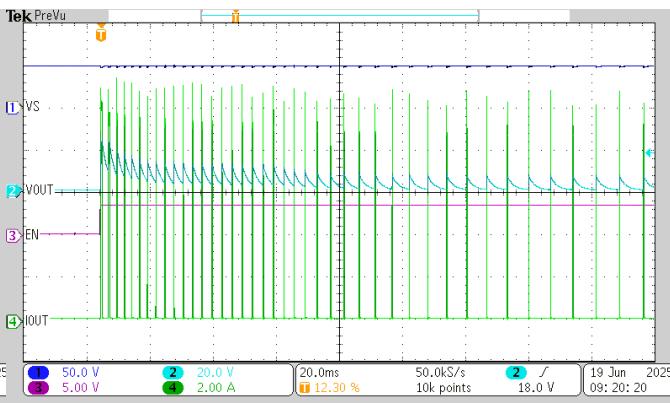


図 5-36. テスト条件 36

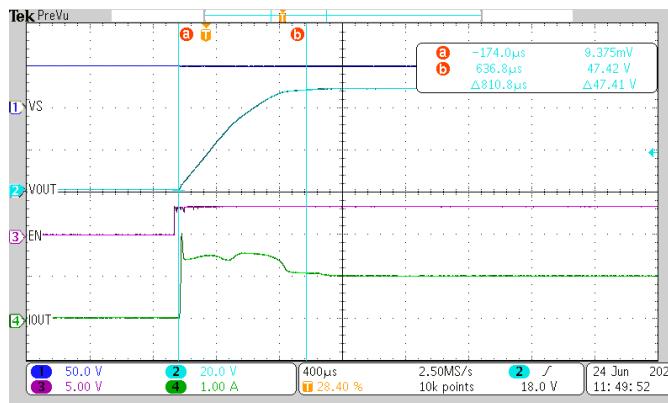


図 5-37. テスト条件 37

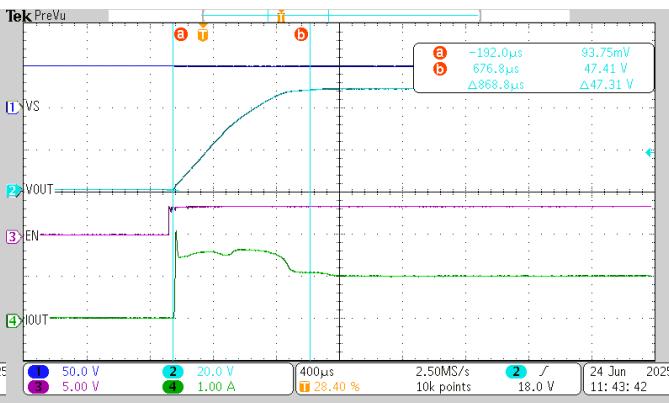


図 5-38. テスト条件 38

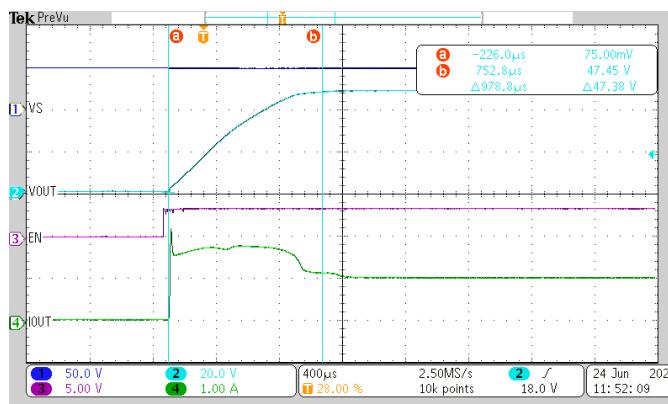


図 5-39. テスト条件 39

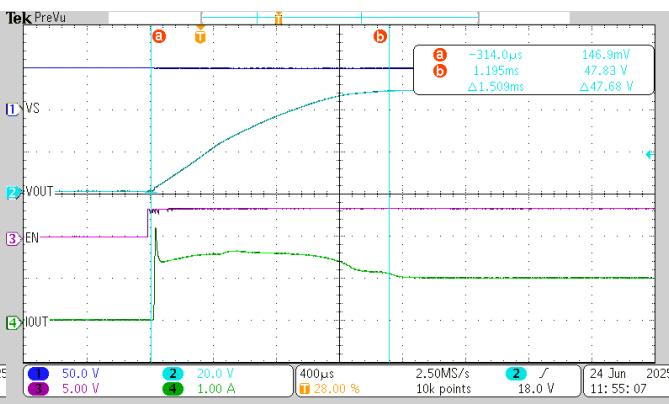


図 5-40. テスト条件 40

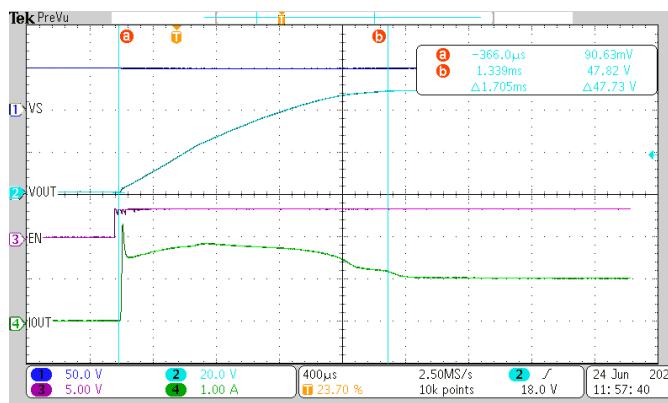


図 5-41. テスト条件 41

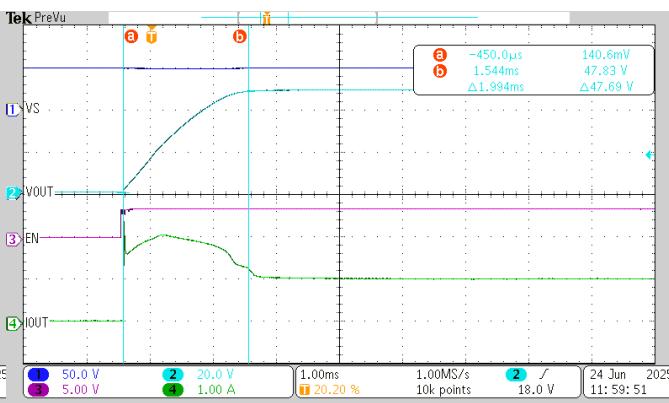
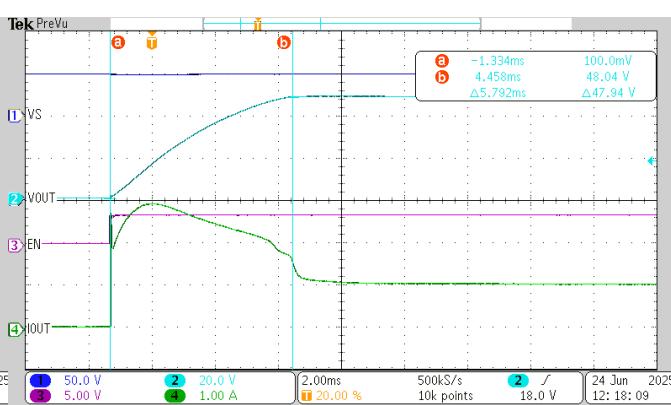
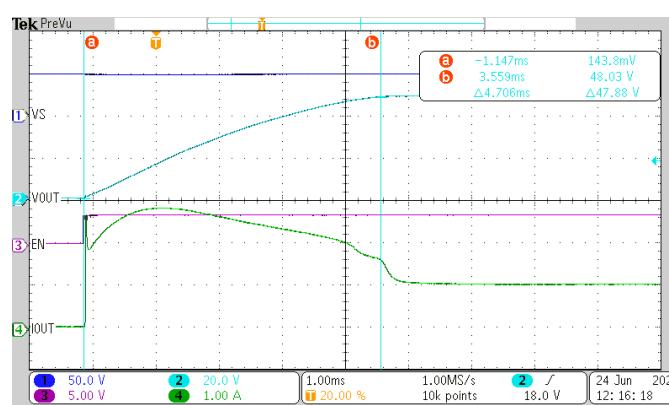
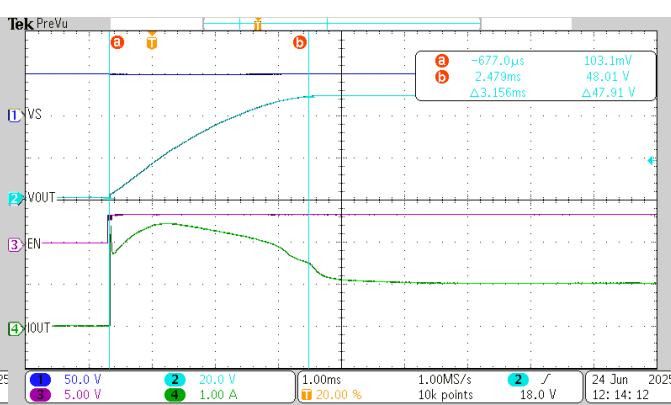
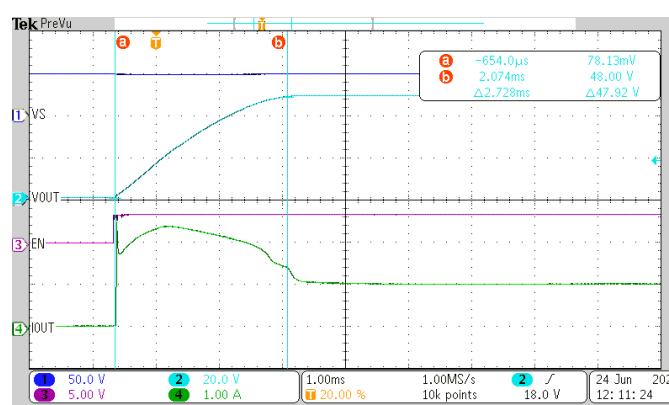
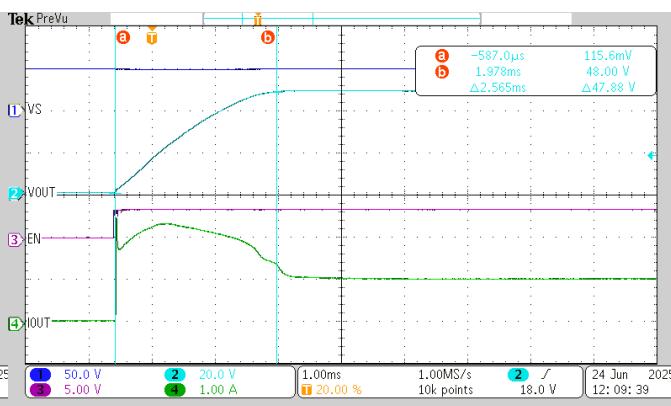
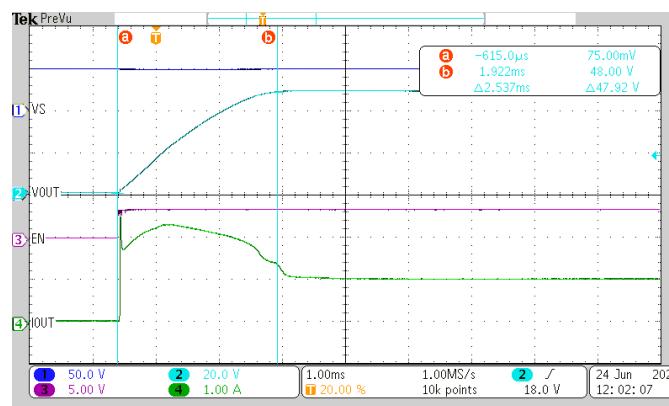


図 5-42. テスト条件 42



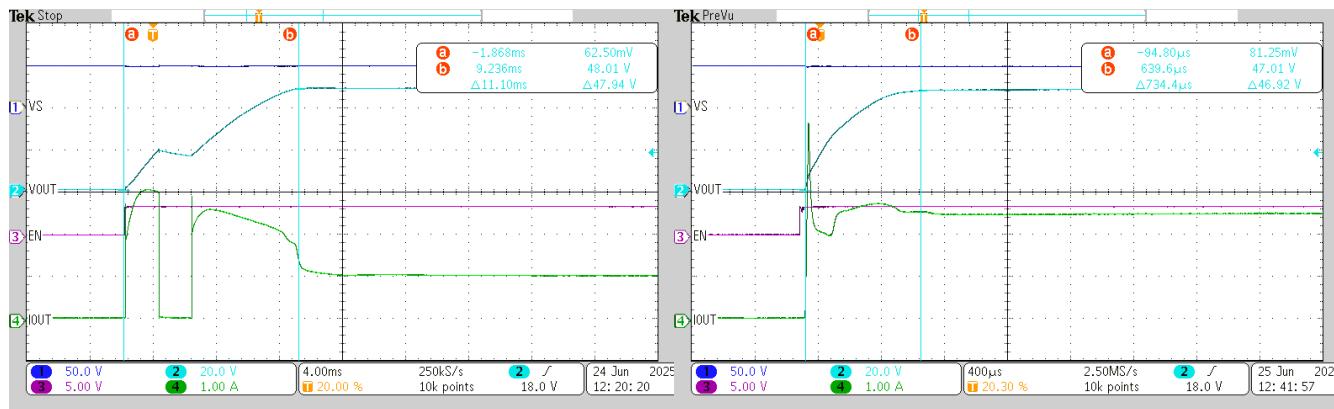


図 5-49. テスト条件 49

図 5-50. テスト条件 50

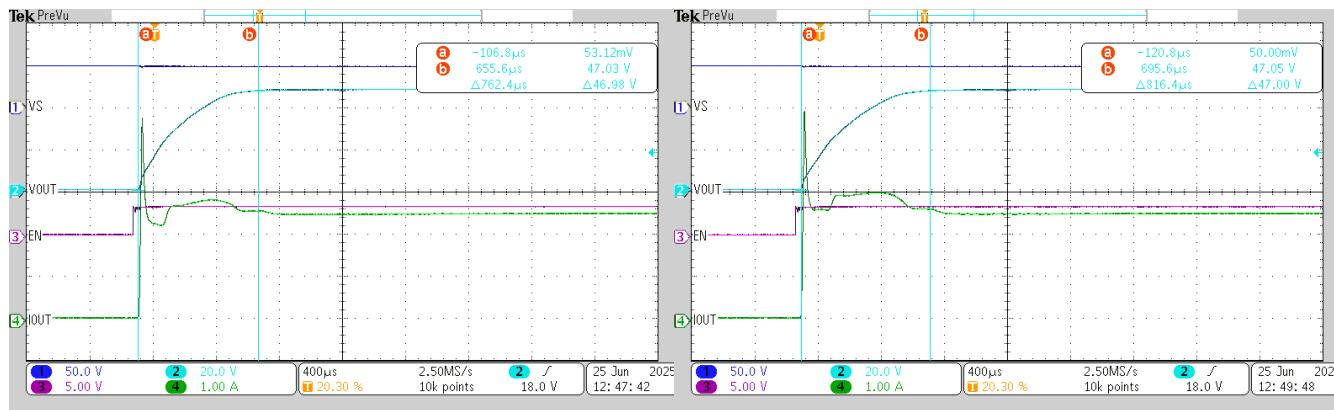


図 5-51. テスト条件 51

図 5-52. テスト条件 52

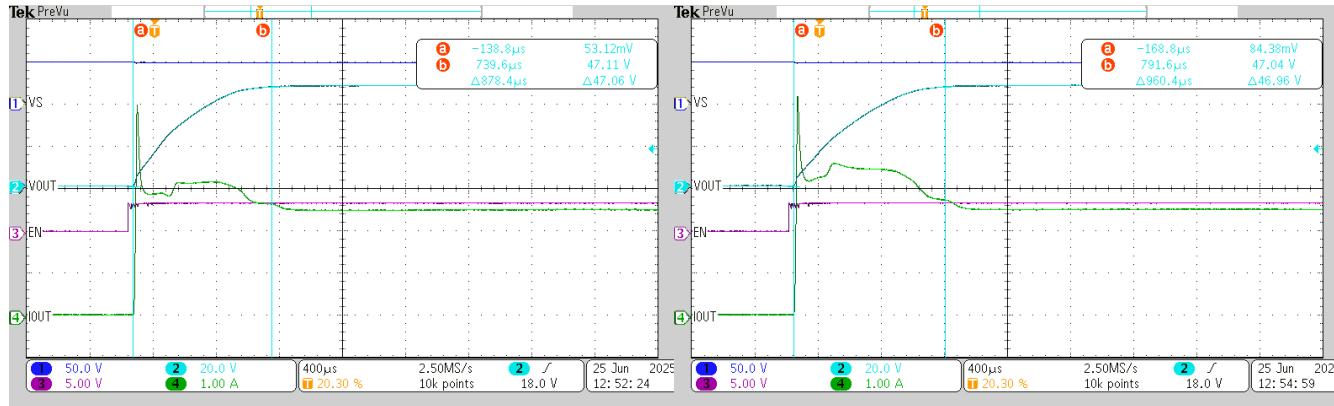
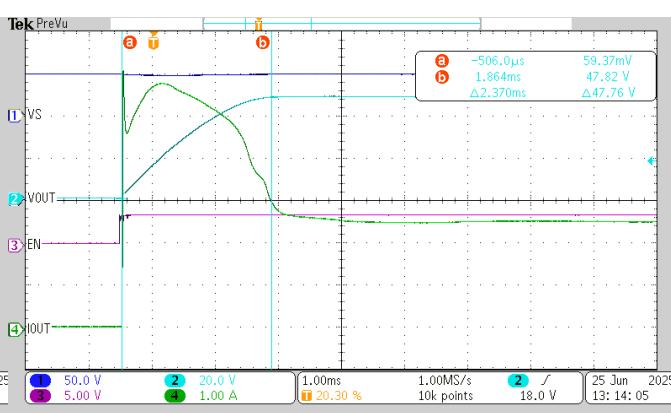
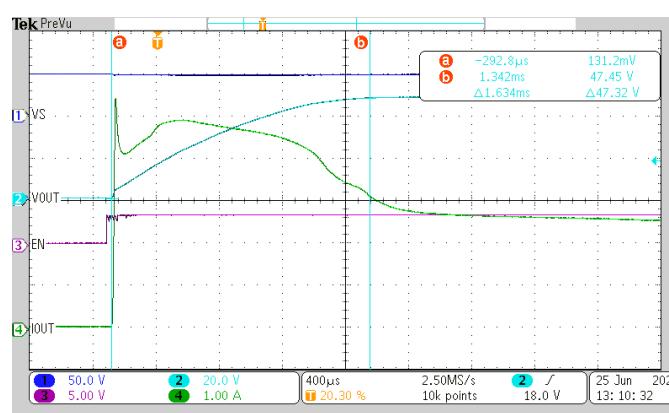
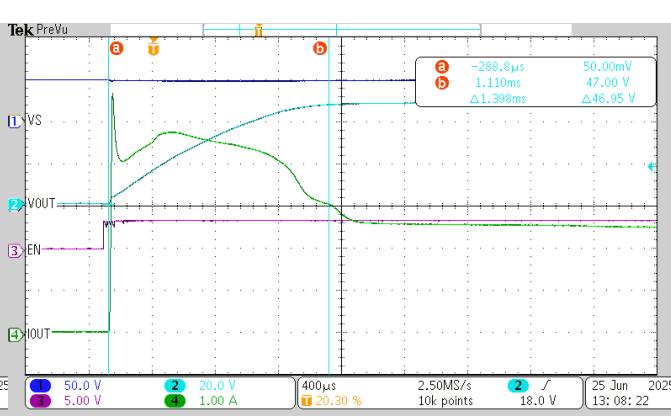
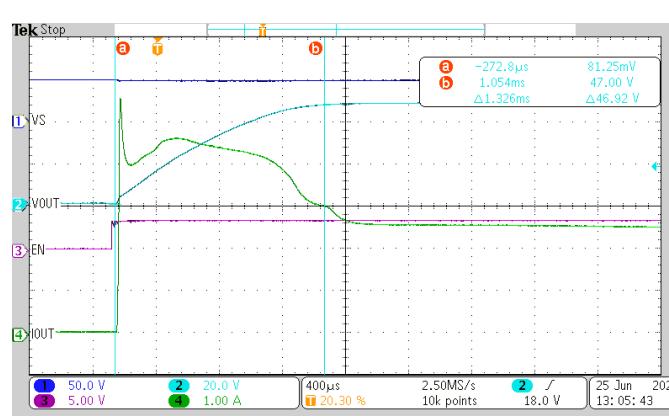
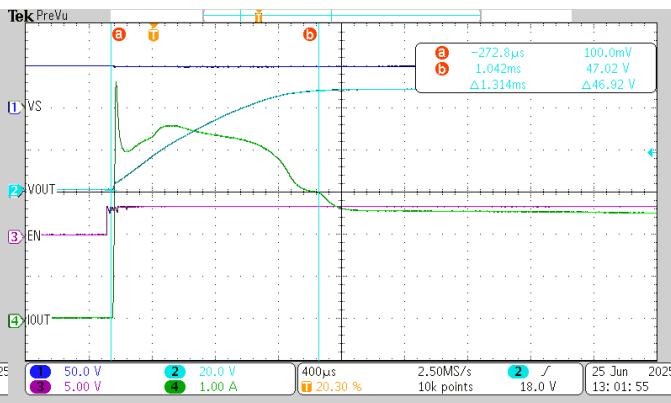
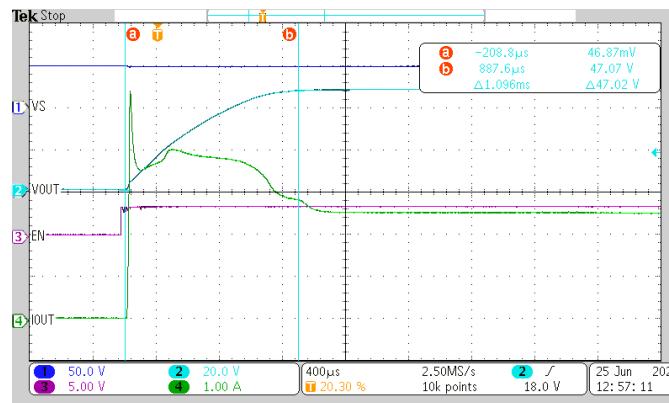


図 5-53. テスト条件 53

図 5-54. テスト条件 54



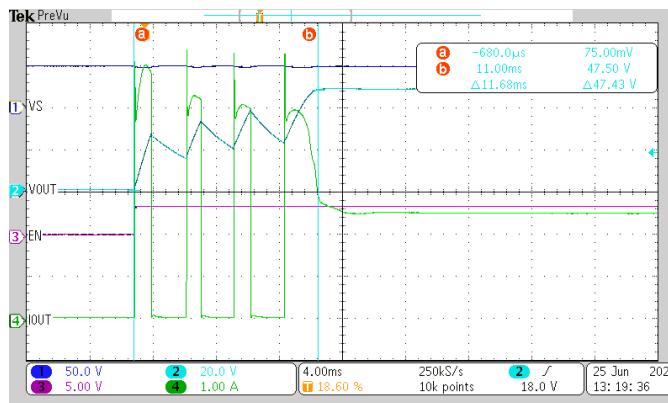


図 5-61. テスト条件 61

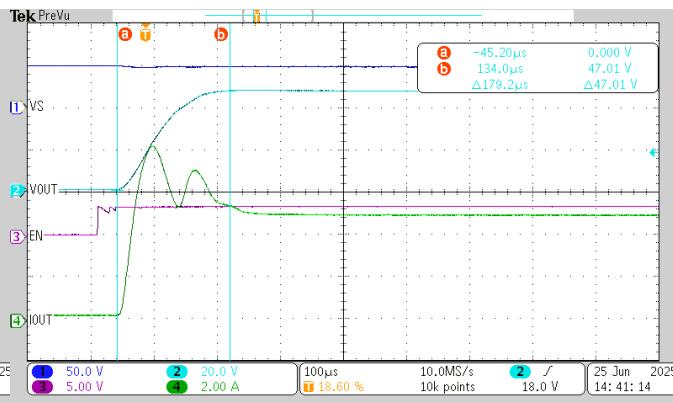


図 5-62. テスト条件 62

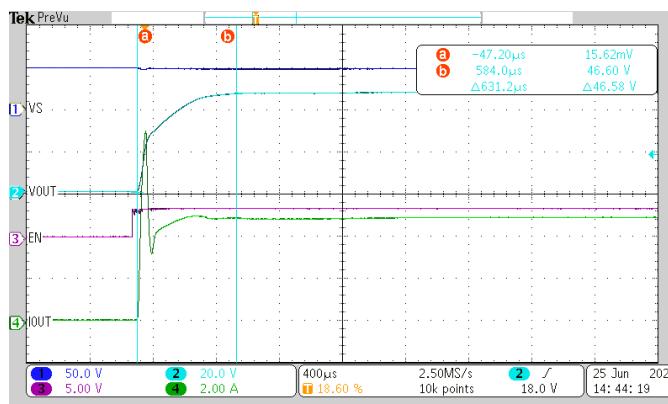


図 5-63. テスト条件 63

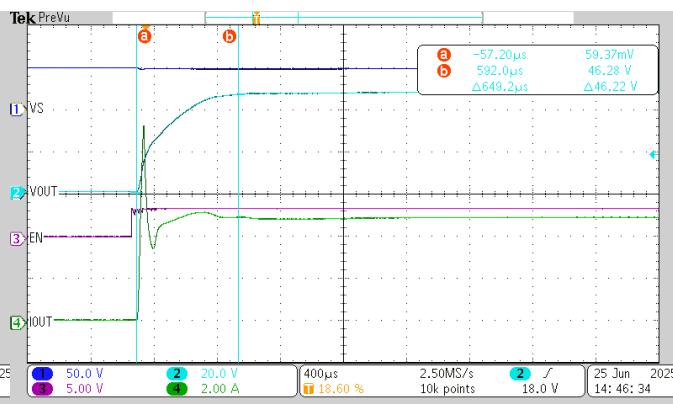


図 5-64. テスト条件 64

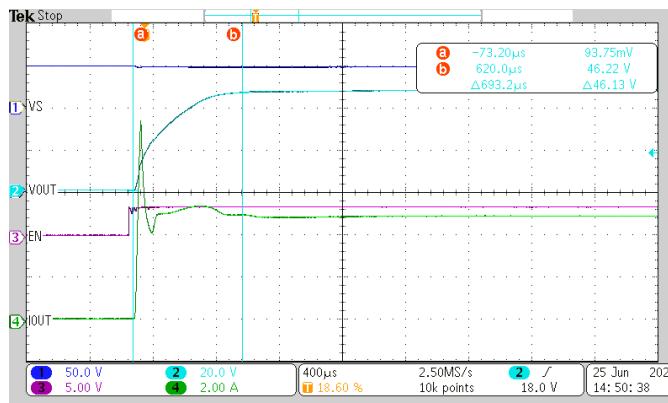


図 5-65. テスト条件 65

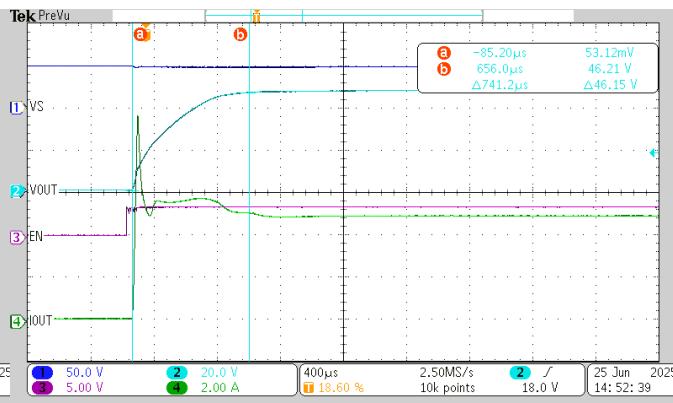
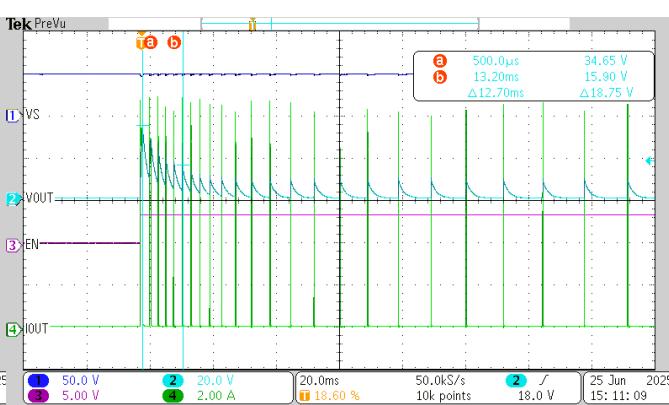
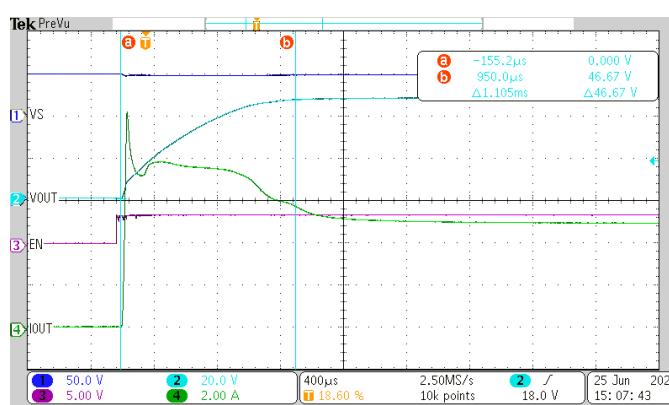
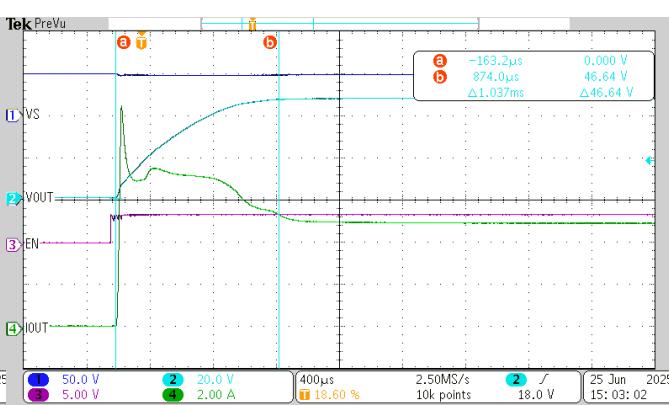
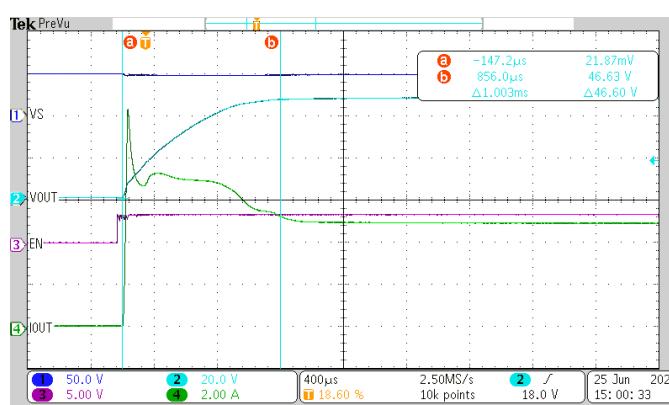
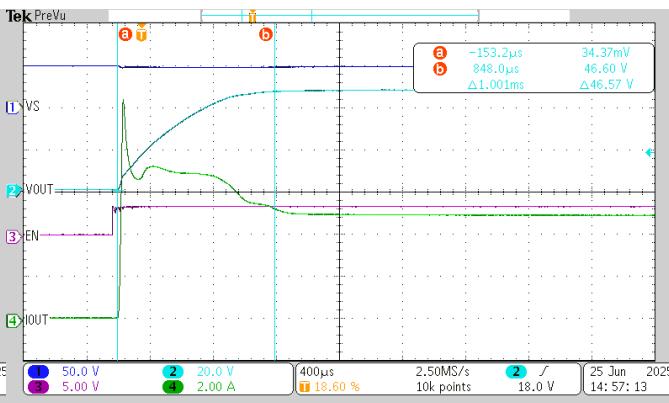
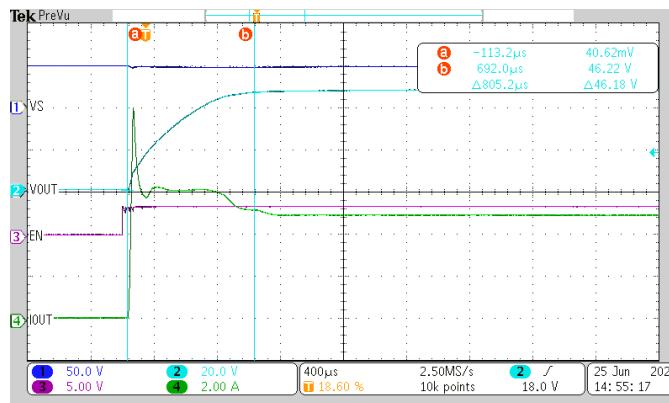


図 5-66. テスト条件 66



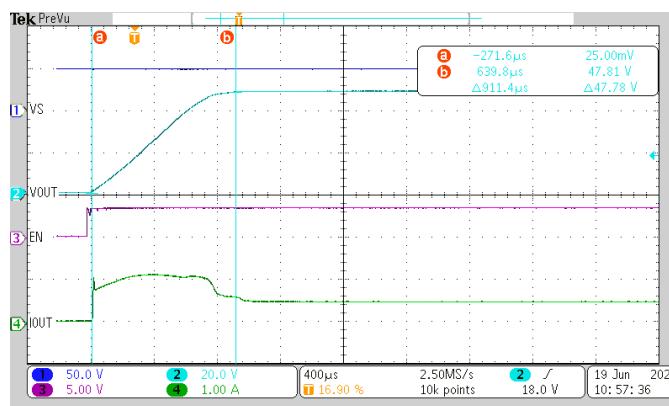


図 5-73. テスト条件 73

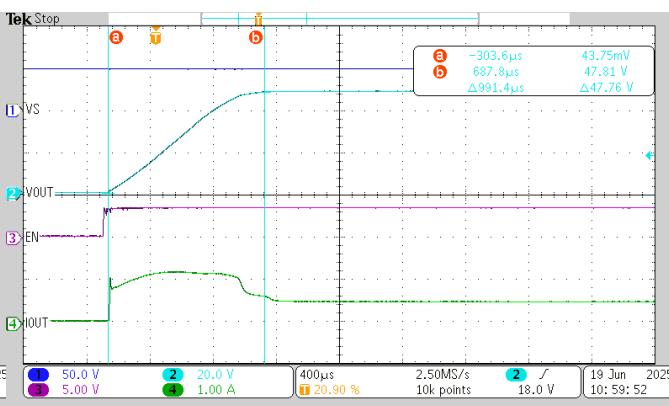


図 5-74. テスト条件 74

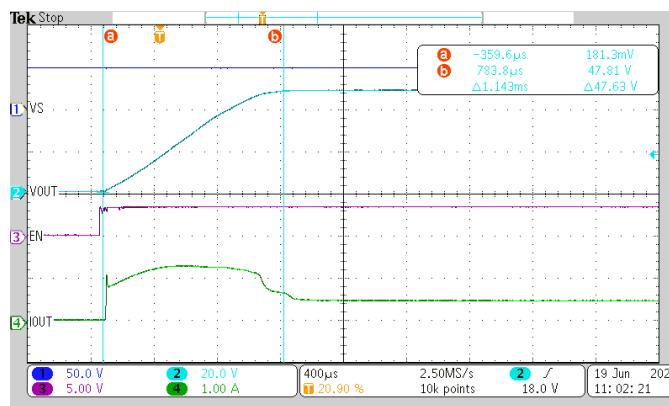


図 5-75. テスト条件 75

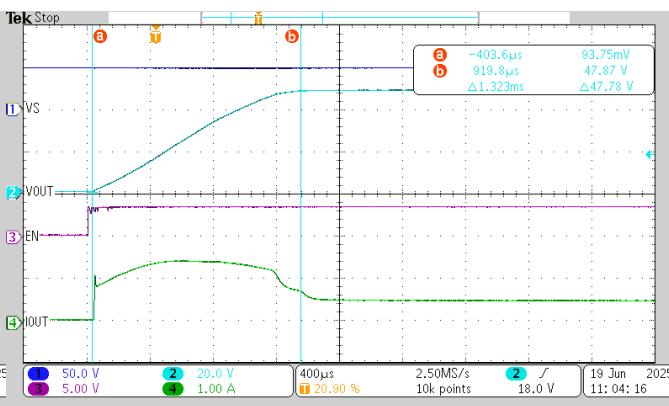


図 5-76. テスト条件 76

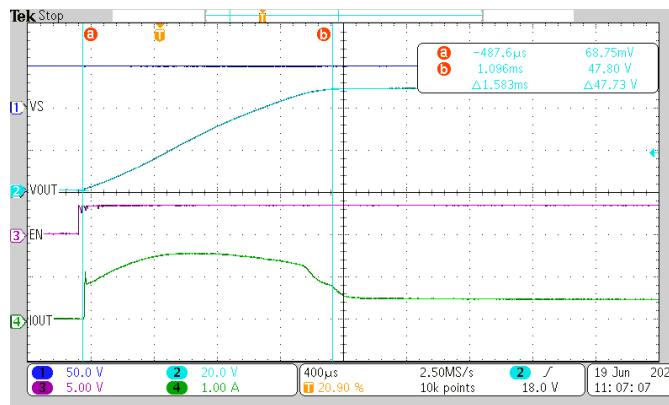


図 5-77. テスト条件 77

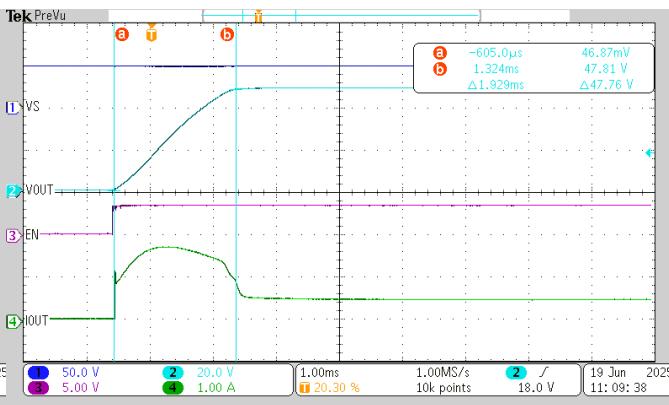


図 5-78. テスト条件 78

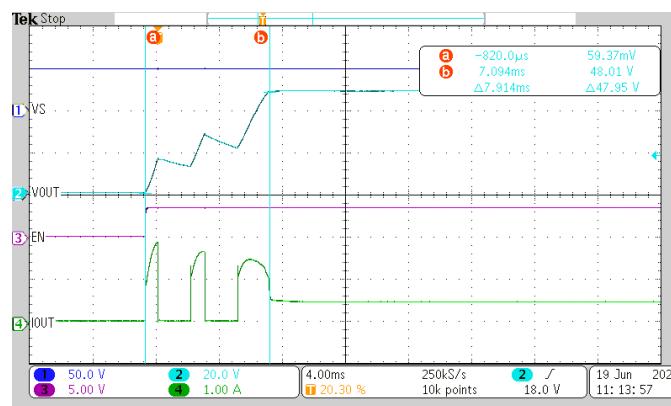


図 5-79. テスト条件 79

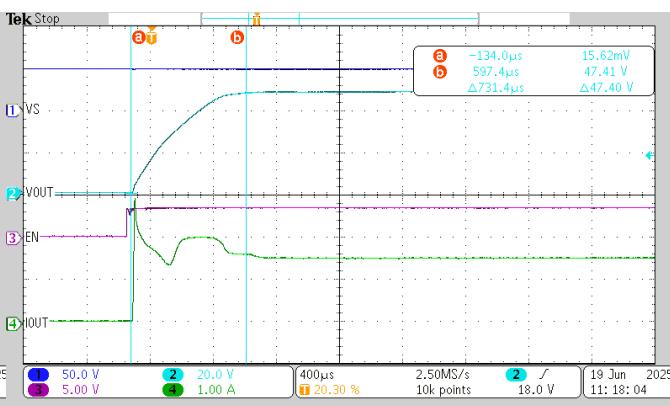


図 5-80. テスト条件 80

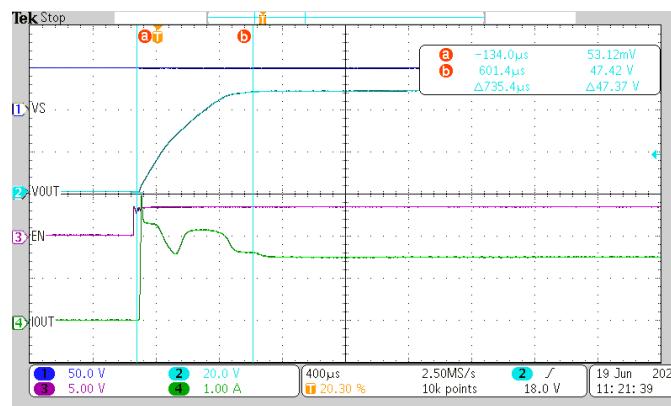


図 5-81. テスト条件 81

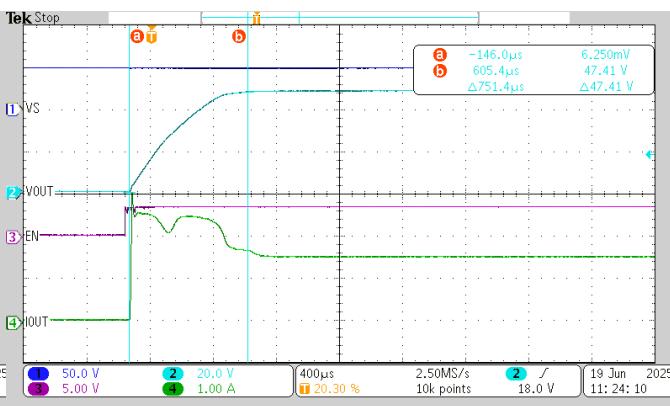


図 5-82. テスト条件 82

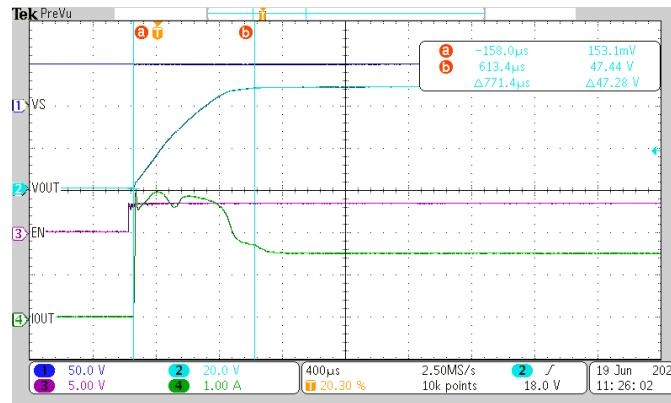


図 5-83. テスト条件 83

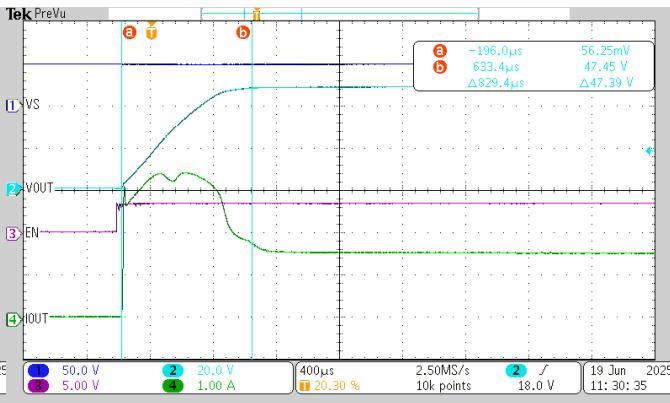


図 5-84. テスト条件 84

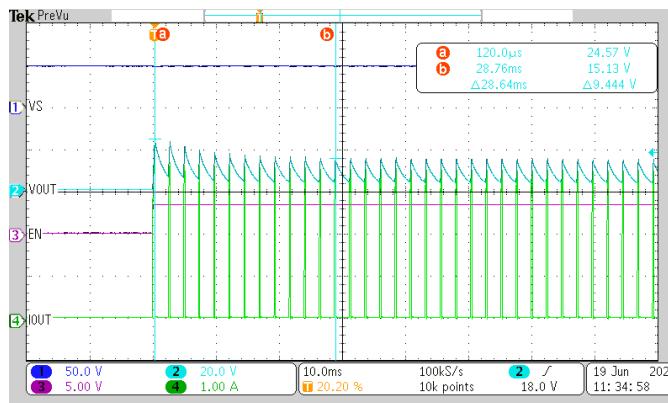


図 5-85. テスト条件 85

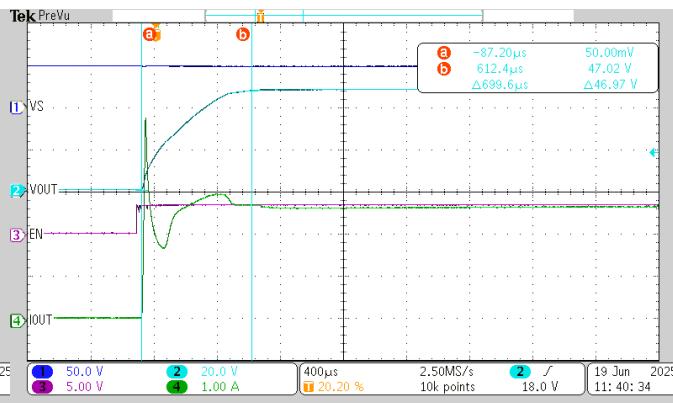


図 5-86. テスト条件 86

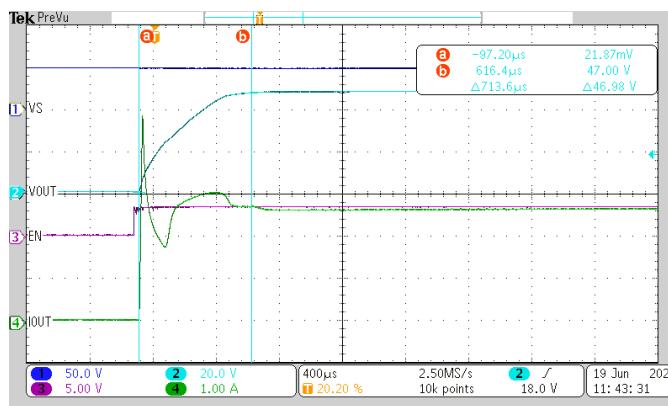


図 5-87. テスト条件 87

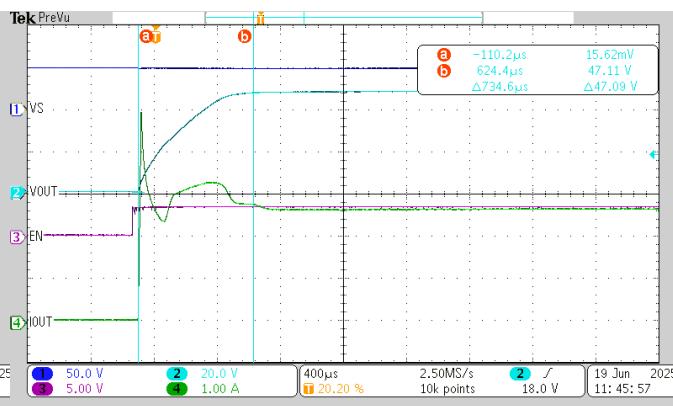


図 5-88. テスト条件 88

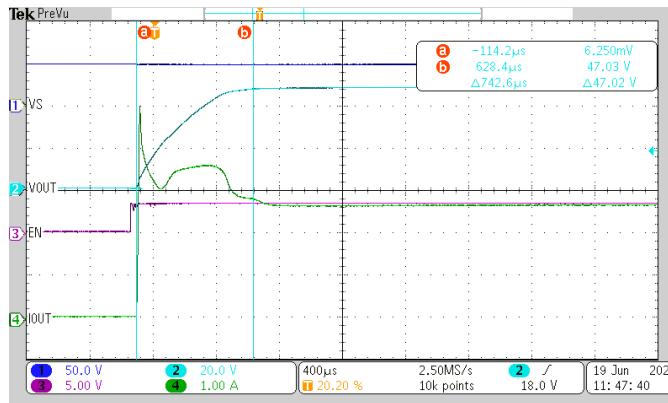


図 5-89. テスト条件 89

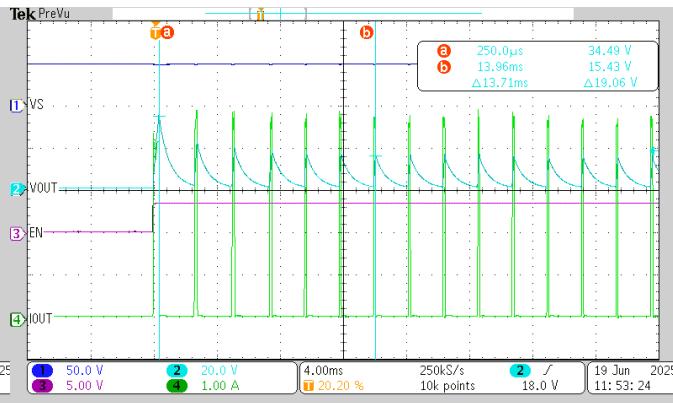


図 5-90. テスト条件 90

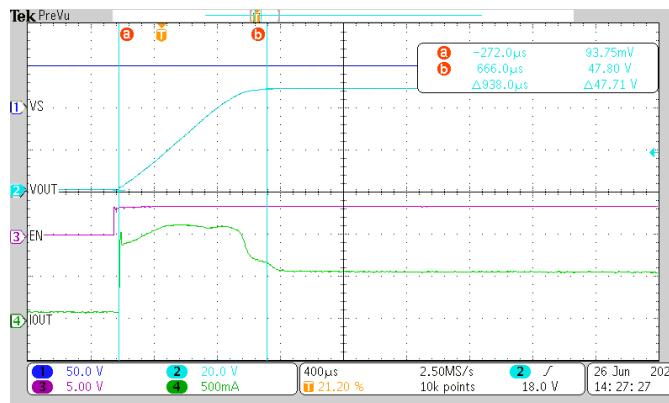


図 5-91. テスト条件 91

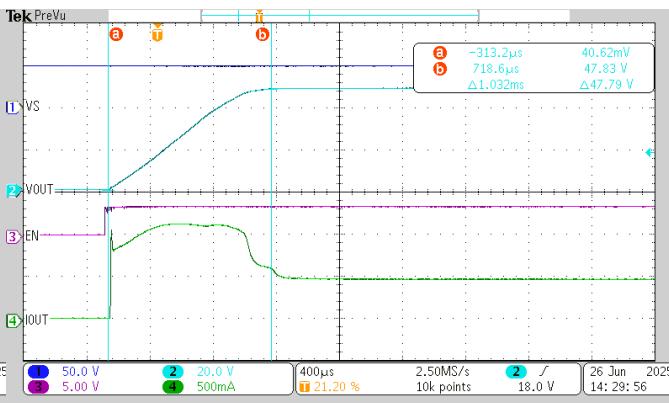


図 5-92. テスト条件 92

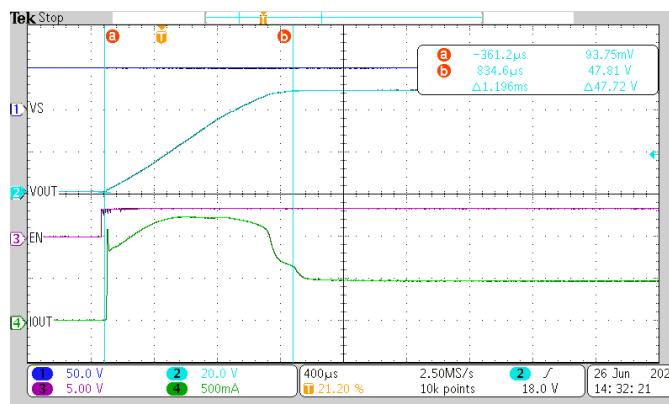


図 5-93. テスト条件 93

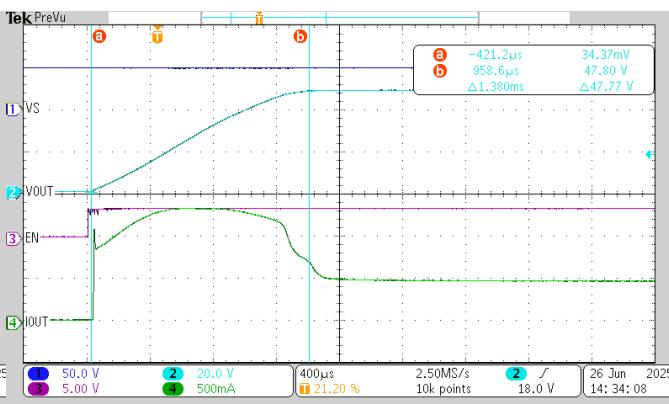


図 5-94. テスト条件 94

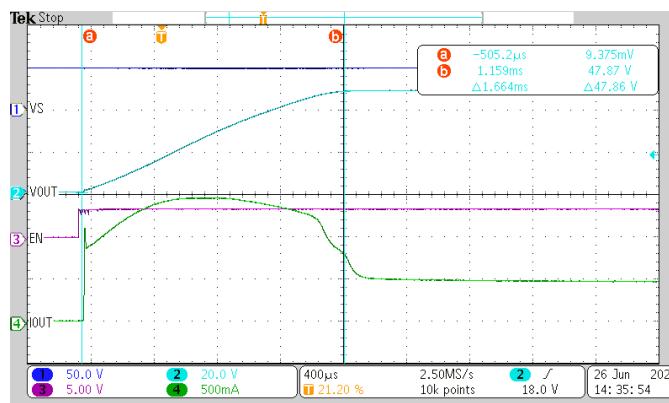


図 5-95. テスト条件 95

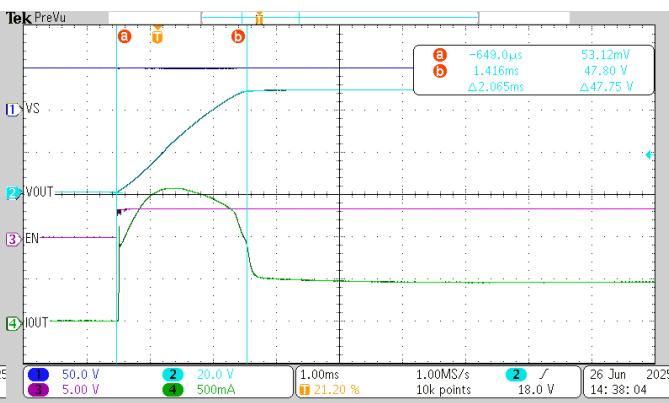
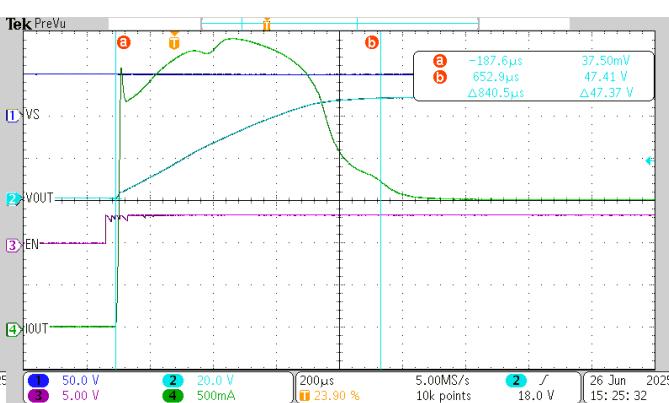
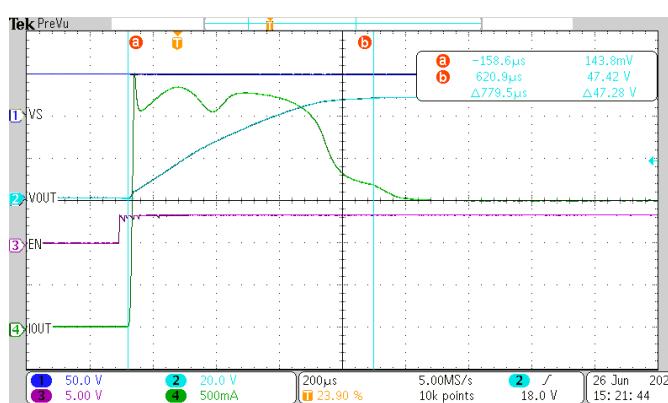
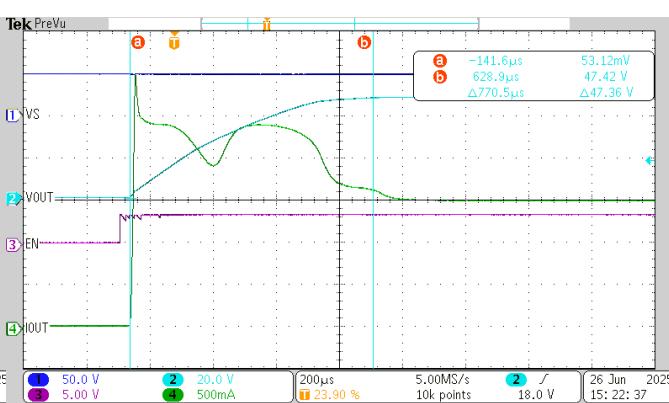
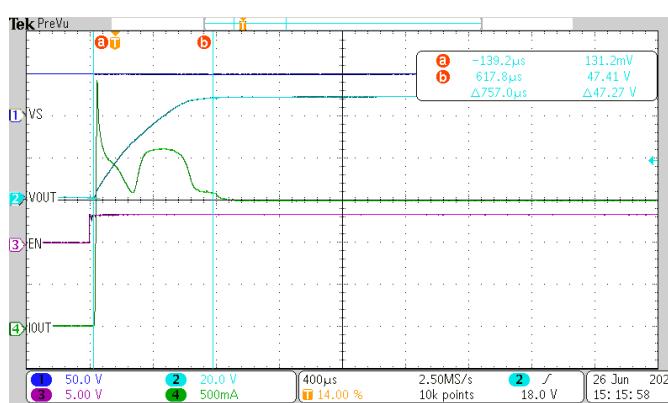
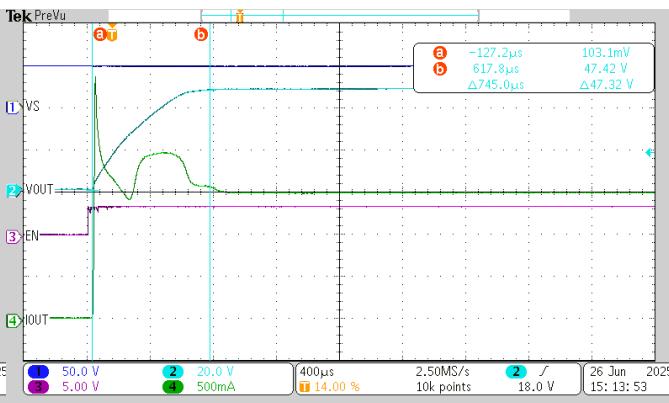
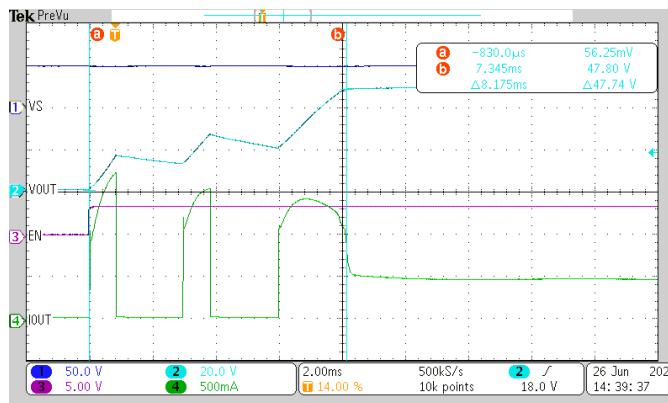


図 5-96. テスト条件 96



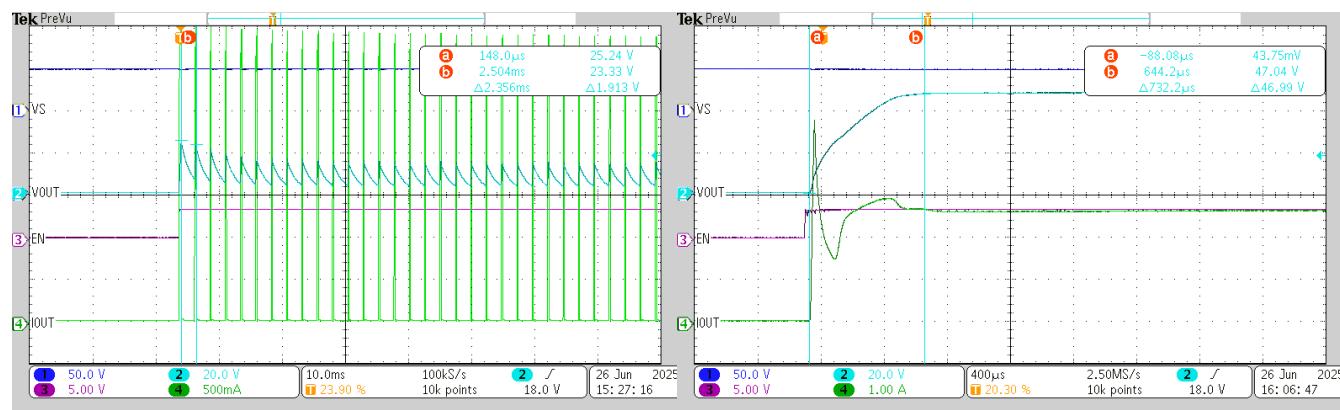


図 5-103. テスト条件 103

図 5-104. テスト条件 104

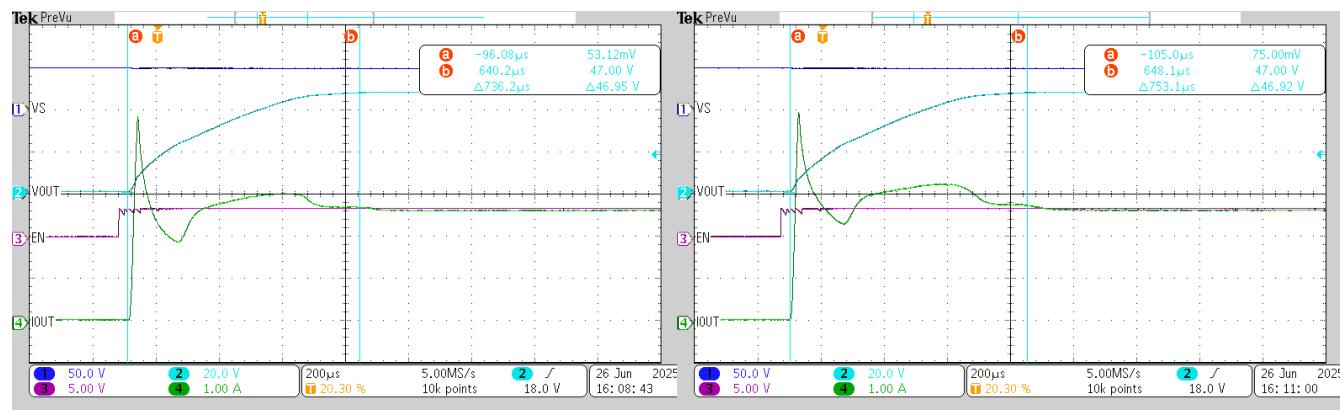


図 5-105. テスト条件 105

図 5-106. テスト条件 106

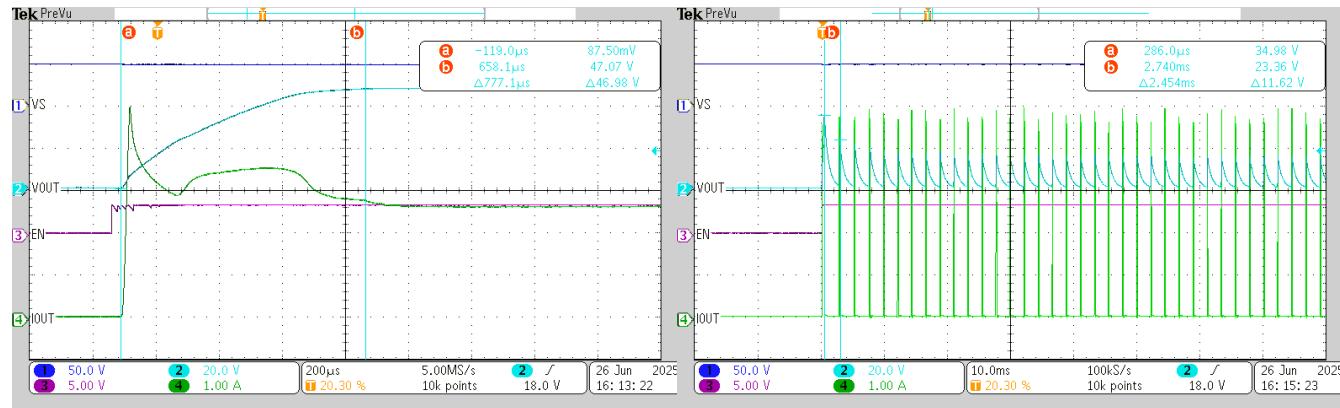


図 5-107. テスト条件 107

図 5-108. テスト条件 108

6 まとめ

容量性負荷への電力供給は、TI のスマート HSS を使用する一般的なアプリケーションです。この種の負荷を駆動する際の主な障害は、結果として発生する突入電流です。TI のスイッチは電流制限と過熱保護機能を搭載しており、大きな突入電流を抑制し、より信頼性の高いシステムを構築するのに役立ちます。電流制限スレッショルドと接合部温度は、コンデンサを充電するスイッチの能力に影響を与える場合があります。電流制限を低く設定して温度を下げるとき、HSS が正常に充電できる容量が増大します。

7 参考資料

- テキサス インスツルメンツ、『抵抗性、誘導性、容量性、照明負荷を駆動する方法』、アプリケーションノート
- テキサス インスツルメンツ、『スマートパワースイッチの可変電流制限』、アプリケーションノート
- テキサス インスツルメンツ、『TPS1HTC30-Q1、30mΩ、6A、シングルチャネル車載用スマートハイサイドスイッチ』、データシート
- テキサス インスツルメンツ、『TPS1HTC30-Q1 評価基板』、EVM ユーザーガイド
- テキサス インスツルメンツ、『TPS1HTC100-Q1 83mΩ、4A、シングルチャネル車載用スマートハイサイドスイッチ』、データシート
- テキサス インスツルメンツ、『TPS1HTC100-Q1 評価基板』、EVM ユーザーガイド
- テキサス インスツルメンツ、『(+) [FAQ] 電子負荷が原因でハイサイドスイッチがシャットダウンするのはなぜですか？ - パワーマネージメントフォーラム - パワーマネージメント - TI E2E サポートフォーラム』

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の默示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または默示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適したテキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されているテキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または ti.com やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の默示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または默示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したもので、(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月