

回路定数の決定方法

Rev.1.0_00

© ABLIC Inc., 2023

S-8473シリーズ、S-8474シリーズはワイヤレス給電ICです。

S-8473シリーズは受電制御IC (受電側)、S-8474シリーズは給電制御IC (給電側) です。

このアプリケーションノートは、S-8473シリーズとS-8474シリーズを組み合わせた動作説明、諸特性データを記載した技術資料です。

製品の詳細、仕様についてはデータシートにてご確認ください。

- 注意**
1. S-8473シリーズ、S-8474シリーズを用いたワイヤレス給電装置は、およそ88kHz～106kHzのLC共振周波数で動作するように最適化されています。LC共振周波数が88kHz～106kHzの範囲内で、受電制御ICを検出する回路が動作し、給電制御ICも正常に動作します。使用するコイル (L) とコンデンサ (C) の定数を変更するとLC共振周波数が変わりますので、LC共振周波数を必ず88kHz～106kHzの範囲内にしてください。
 2. S-8473シリーズ、S-8474シリーズを用いたワイヤレス給電装置では、受電側コイルと給電側コイルに極性があります。本アプリケーションノートの記載内容にしたがって、受電側コイルと給電側コイルを組み合わせ使用してください。

2.5 共振周波数

図16に示すように、給電側FET1の t_{ON} 時間と t_{OFF} 時間の合計時間の逆数にて共振周波数が決定されます。共振周波数は以下の式から求められます。

$$\text{共振周波数} = \frac{1}{t_{ON} + t_{OFF}}$$



- (1) OUT端子出力 (1V / div)
- (2) VS端子電圧 (1V / div)
- (3) FET1ドレイン電圧C点 (5V / div)
- (4) LX端子電圧 (1V / div)

図16 給電側実測波形

2.6 t_{ON}時間

t_{ON}時間は給電側OUT端子出力が "H" を維持し、FET1がオンになっている時間を指します。S-8474シリーズの外付け抵抗 (R_{TON}) にて決定されます。t_{ON}時間は以下の式から求められます。

$$t_{ON} [\mu\text{s}] \text{ typ.} = 3.86 \times R_{TON} [\text{M}\Omega] + 0.14$$

本アプリケーションノートに記載されている定数では、最適なt_{ON}時間を約4.4μsとしているため、R_{TON}は1.1MΩを推奨します。表1に、R_{TON}に応じたt_{ON}時間のばらつきを示します。

表1

R _{TON}	t _{ON} [μs]		
	Min.	Typ.	Max.
1.1MΩ*1	4.166	4.386	4.606

*1. 推奨値です。

2.7 t_{OFF}時間

t_{OFF}時間は給電側OUT端子出力が "L" を維持し、FET1がオフになっている時間を指します。図17に示すようにt_{OFF}時間はt_{m1}時間、t_L時間、t_{m2}時間で構成されます。

t_{m1}時間: 給電側OUT端子出力が "L" になってからLX端子電圧がVS端子電圧を越えるまでの時間

t_L時間: LX端子電圧がVS端子電圧を越えてから再びVS端子電圧を下回るまでの時間

t_{m2}時間: LX端子電圧がVS端子電圧を下回ってからOUT端子出力が "H" になるまでの時間

t_{m2}時間はt_{m1}時間とほぼ同等になるようにIC内で生成されます。t_{m2}時間経過後にOUT端子出力が "H" になります。

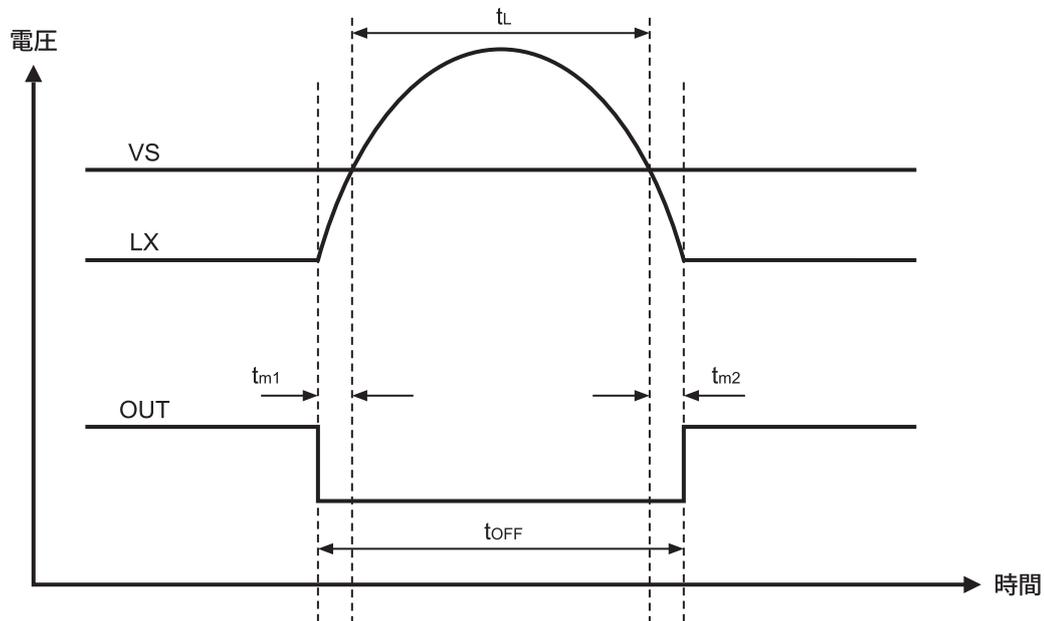
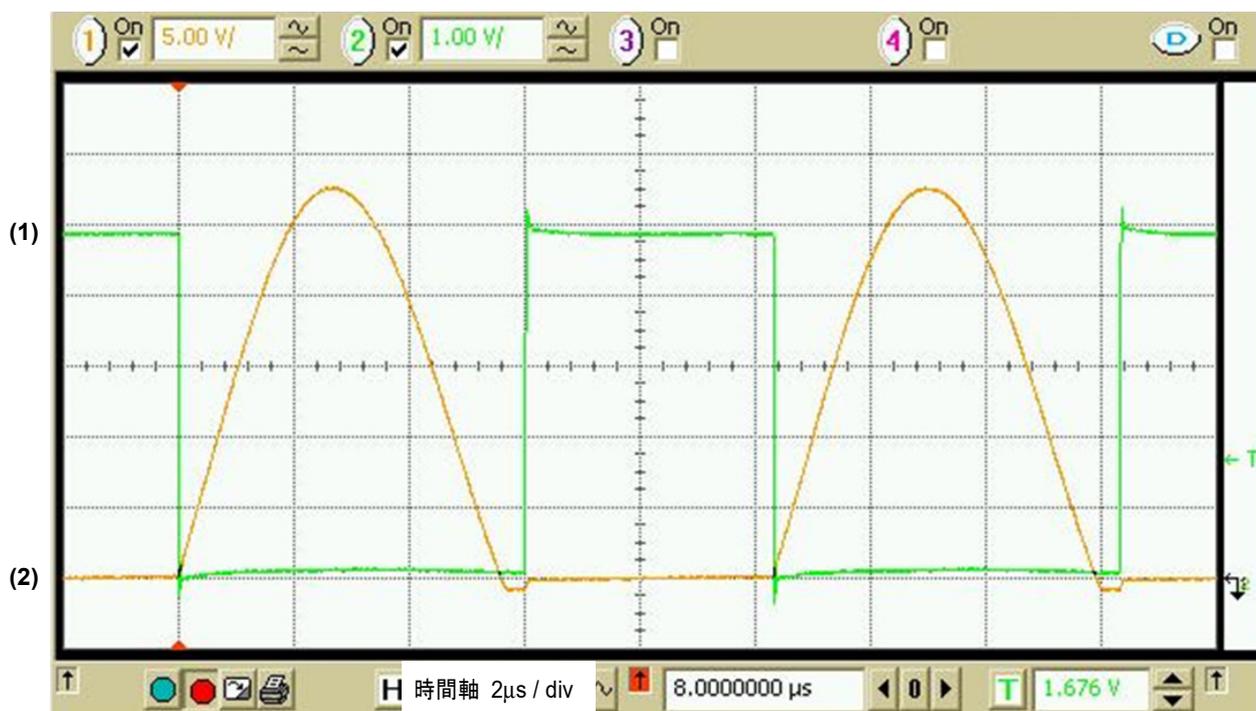


図17 給電側t_{OFF}時間の構成

2.8 給電側コイル定数

図18に給電側の各波形を示します。給電側の共振周波数が約100kHzになるように用いた外付け部品 ("図26 評価測定回路図" を参照) の値は、下記の通りです。

L1 = 21 μ H
C1 = 0.1 μ F
R_{TON} = 1.1M Ω



- (1) 給電側FET1ゲート波形 (1V / div)
(2) 給電側LC波形C点 (5V / div)

図18 給電側波形

2.9 受電側コイル定数

受電側のLC共振周波数は以下の式から求められます。

$$\text{LC共振周波数} = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{LC}}$$

受電側のLC共振周波数は、給電側の共振周波数とほぼ一致するような定数を設定します。LC共振周波数を給電側の共振周波数とほぼ同じ約100kHzになるように用いた外付け部品 ("図26 評価測定回路図" を参照) の値は、下記の通りです。

L2 = 26 μ H
C2 = 0.1 μ F

4. 回路定数の決定方法

4.1 温度保護機能

4.1.1 基本動作

S-8473シリーズ、S-8474シリーズはそれぞれTH端子にサーミスタを接続することで、外付け部品の温度変化による温度異常状態を防ぐことができます。

サーミスタはTH端子とVSS端子の間に接続してください。Ta = +25°C時、R = 100kΩ (R₂₅) のNTCサーミスタを推奨します。

S-8473シリーズの高温 / 低温保護機能が作動すると、充電機能と充電タイマ機能が停止され、CT端子からV_{SS}が出力されますがOUT端子は動作状態を保持します。

例えば、R₂₅、B_{25/50} (B定数 (25°C/50°C)) = 4250KのNTCサーミスタを使用すると、約+45°Cで高温保護機能、約0°Cで低温保護機能が作動します。高温 / 低温保護機能を使用しない場合は、TH端子に100kΩの抵抗を接続してください。

S-8474シリーズの高温保護機能が作動すると、OUT端子出力はV_{SS}にラッチされます。

例えば、R₂₅、B_{25/50} (B定数 (25°C/50°C)) = 4250KのNTCサーミスタを使用すると、V_{TSD} = 0.500Vのとき、約+70°Cで高温保護機能が作動します。高温保護機能を使用しない場合は、TH端子をオープンにするか、100kΩ以上の抵抗を接続してください。

S-8473シリーズ、S-8474シリーズそれぞれの温度保護機能からの復帰方法を下記に示します。

(1) S-8473シリーズ

通常温度に戻ると、高温 / 低温保護機能が停止し、ICは通常動作になります。

V_{DD}が2.0V typ.以下に低下すると、UVLO機能が作動し、高温 / 低温保護機能が停止されます。V_{DD}が2.1V typ.以上に上昇するとUVLO機能が停止され、ICは再び通常動作になります。UVLO機能が作動中、OUT端子からはV_{SS}が出力されます。

(2) S-8474シリーズ

高温保護機能が作動した場合、OUT端子出力はV_{SS}にラッチされ、ICをリセットしない限りラッチが解除されません。

V_{DD}が4.1V typ.以下に低下するとUVLO機能が作動し、ICはリセットされます。V_{DD}が4.3V typ.以上に上昇するとUVLO機能が停止され、ICは再び通常動作になります。UVLO機能が作動中、OUT端子からはV_{SS}が出力されます。

4.1.2 温度保護回路の動作原理

S-8473シリーズ、S-8474シリーズの温度保護回路の原理図を下記に示します。

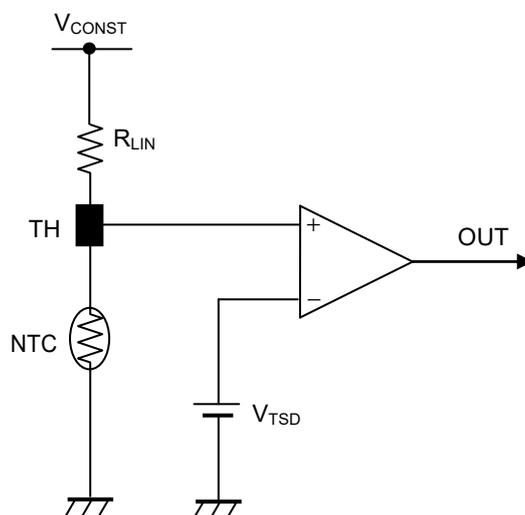


図27 温度保護回路の動作説明図

備考 V_{CONST} : 定電圧源
 R_{LIN} : TH端子内部抵抗
 V_{TSD} : TH端子検出電圧 (基準電圧)

温度保護機能作動温度を算出するため、各定数は以下の値に設定されています。

表3 S-8473シリーズTH端子定数

温度保護機能	動作	R_{LIN}	V_{CONST}	V_{TSD}	
低温	検出	80.88k Ω	1.20V	V_{TSDL}	0.975V
	解除			V_{TSRL}	0.925V
高温	解除			V_{TSRH}	0.487V
	検出			V_{TSDH}	0.400V

表4 S-8474シリーズTH端子定数

R_{LIN}	V_{CONST}	V_{TSD} (選択可能)
61.00 k Ω	2.50V	0.667V
		0.577V
		0.500V
		0.429V
		0.370V

4.1.3 温度保護機能作動温度の算出

NTCサーミスタの温度と抵抗値の関係は、以下の式で示します。

$$R = R_0 \times \exp \left(B \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right)$$

備考 R: 周囲温度T [K] のときの抵抗値
 R₀: 周囲温度T₀ [K] のときの抵抗値
 B: サーミスタ定数

周囲温度の変化によりNTCサーミスタの抵抗値が変わるので、TH端子電圧も変化します。TH端子電圧とIC内部の基準電圧を比較することで、温度保護機能の制御を行います。

S-8473シリーズは、高温 / 低温保護機能作動中にリチウムイオン二次電池への充電を停止します。高温側、低温側それぞれ温度検出機能があり、高温 / 低温保護機能作動温度は以下になります。

表5 S-8473シリーズの高温 / 低温保護機能作動温度

B = 4250K

温度保護機能	動作	温度保護機能作動温度 [°C]
低温	検出	0.9
	解除	5.4
高温	解除	38.0
	検出	45.2

S-8474シリーズのTH端子検出電圧 (V_{TSD}) は下記の5種類から選択可能です。高温保護機能作動温度は約5°Cステップで変化します。

表6 S-8474シリーズのTH端子検出電圧と高温保護機能作動温度

B = 4250K

V _{TSD} [V]	高温保護機能作動温度 [°C]
0.667	60.2
0.577	65.3
0.500	70.3
0.429	75.6
0.370	80.7

また、サーミスタ定数が変化することで、温度保護機能作動温度も変化します。下記にサーミスタ定数を変化させることによる温度保護機能作動温度の変化を示します。

表7 サーミスタ定数と温度保護機能作動温度

サーミスタ定数 [K]	温度保護機能作動温度 [°C]				
	S-8473シリーズ低温側		S-8473シリーズ高温側		S-8474シリーズ $V_{TSD} = 0.500V$
	検出	解除	検出	解除	
3100	-7.1	-1.2	53.4	43.0	90.8
3500	-3.8	1.6	49.9	40.9	81.9
3950	-0.8	4.1	46.9	39.0	74.3
4250*1	0.9	5.4	45.2	38.0	70.3
4500	2.1	6.5	44.0	37.2	67.4

*1. 標準

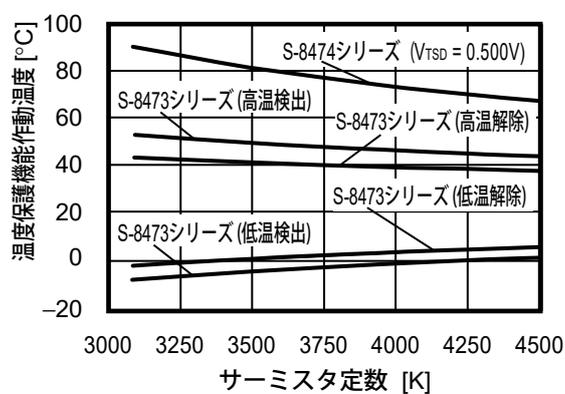


図28 サーミスタ定数と温度保護機能作動温度の関係

4.2 給電回路

t_{OFF} 時間 ("2.7 t_{OFF} 時間" を参照) を構成している t_{m1} 時間, t_L 時間, t_{m2} 時間のうち、 t_{m2} 時間はVS端子電圧とLX端子電圧の変化で制御されています。

4.2.1 VS端子電圧

VS端子電圧が3.2Vを越えないように、分圧抵抗値 (R_{VS2} , R_{VS1}) を設定してください。
また、 t_{m1} 時間 $\leq 1.5\mu\text{s}$ になるようにVS端子電圧を調整してください。

4.2.2 LX端子電圧

LX端子電圧が $1.0\text{V} \sim (V_{DD} - 0.5\text{V})$ の範囲内になるように、分圧抵抗値 (R_{LX2} , R_{LX1}) を設定してください。
ただし、LX端子電圧のピーク値がVS端子電圧を越えるように設定してください。

4.2.3 V_{CC} 電圧

V_{CC} 電圧の上限は9Vに設定してください。
コイル間の距離が短い場合は、 V_{CC} 電圧を9V以下に下げること、効率の改善、コイルの発熱防止に有効な場合があります。

4.3 コイルの詳細

4.3.1 コイル巻き線の最適化

4m長の線材について、100kHzを基準に200kHz、500kHzにしたときの交流抵抗値の変化率を測定した場合、0.15mm以上の太さから交流抵抗値に大きな変化が見られます。この現象を表皮効果といいます。

表皮効果を低減するには、0.1mm～0.15mmの撚り線でコイルを作成してください。

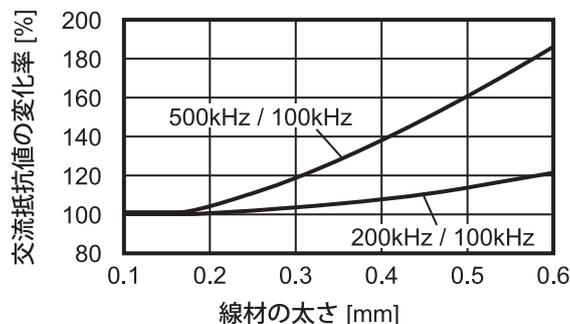


図29 コイル線材の太さと交流抵抗値の変化率

4.3.2 コイル周辺の金属異物によるコイルインダクタンス値の変化と発熱

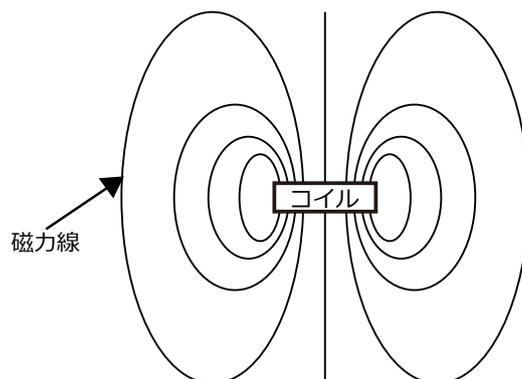


図30 コイル周辺の磁力線

給電中のコイル周辺には、図30に示す磁力線のように交流磁場が発生します。この範囲内に金属を配置すると、コイルのインダクタンス値は以下ようになります。

- ・非磁性金属 (アルミ、銅等) : 減少
- ・磁性金属 (鉄、ニッケル) : 増加

コイルのインダクタンス値の変化で、共振周波数がずれ、効率の低下によりコイルが発熱する場合があります。コイルを製品に組み込み、周波数100kHzのLCRメーターを使用して、インダクタンス値が変化していないことを確認してください。

また、金属中を通る磁力線の変化により渦電流が発生し、金属自体が発熱することがあります。特にプリント基板のGNDパターンや筐体が金属である場合、下記の対策を行い、磁力線の影響を受けにくいようにしてください。

- ・コイル周辺から金属 (アルミ箔、銅等) を極力遠ざける
- ・金属がコイルに近接する場合は磁気シールドを使用する

4.3.3 磁性シートについて

受電側コイルと給電側コイルでワイヤレス給電を行う際、コイル周辺に電池や金属を配置した場合、磁界の影響を受け発熱することがあります。コイル裏面を磁性シートでシールドすることにより、発熱を抑える効果が期待できます。発熱量が大きい場合は、磁性シートの厚みを0.5mm程度に厚くすることを推奨します。コイルの磁性シートをフェライトコアにすることでQ値が上がると共に熱伝導率が良くなるため、発熱をさらに抑えることができます。

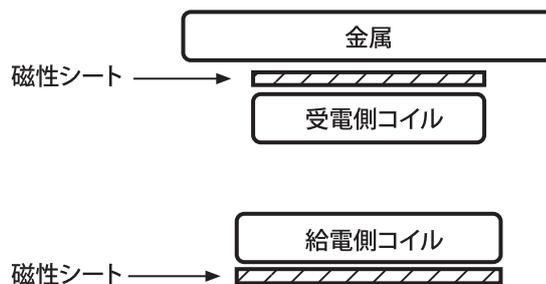


図31 磁性シート取り付け位置

4.3.4 コイルの選定 (評価用標準コイル)

弊社製ワイヤレス給電ICにおいて、給電側コイルと受電側コイルは下記に示したメーカーのコイルで動作確認をしています。

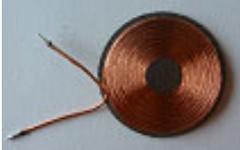
表8 TDK株式会社部品表

用途	部品名称	写真	最大出力電流	外形	高さ
給電用コイル	WT202080-28F2-G		-	φ 20.0mm	2.74mm
受電用コイル	WR151580-48F2-G		100mA	φ 15.0mm	2.63mm

備考 TDK株式会社

URL: <http://www.tdk.co.jp/index.htm>

表9 後藤電子株式会社部品表

用途	部品名称	写真	最大出力電流	外形	高さ
給電用コイル	T6-0221-120L		-	φ 22mm	2.0mm
受電用コイル	R4-0326-117L		100mA	φ 14.5mm	1.6mm
受電用コイル	R4-0426-20S		33mA	φ 10mm	1.2mm

備考 後藤電子株式会社

〒991-0063 山形県寒河江市柴橋字台下734-1

TEL: 0237-84-2102 FAX: 0237-84-2104

URL: <http://www.goto-denshi.co.jp>

Email: info@goto-denshi.co.jp

表10 株式会社太陽光機部品表

用途	部品名称	写真	最大出力電流	外形	高さ
給電用コイル	TWC21T20C05CF		-	φ 21mm	2.0mm
受電用コイル	TWC15T16C01CF		100mA	φ 15mm	1.6mm
受電用コイル	TWC10T14C01CF		33mA	φ 10mm	1.4mm

備考 株式会社太陽光機

〒183-0056 東京都府中市寿町1-3-26 新第1福井ビル6階

TEL: 042-368-8181 FAX: 042-368-8182

URL: <http://www.taiyokoki.co.jp>

Email: sales_nagasaki@taiyokoki.co.jp

4.3.5 コイルの推奨条件および評価項目

標準コイルを使用しない場合は、ユーザーにて十分な評価を行ってください。

(1) インダクタンス値

- ・ 給電側コイル : 21 μ H, 100kHz
- ・ 受電側コイル : 26 μ H, 100kHz

コイルの小型化により推奨インダクタンス値から外れる場合、下記範囲で選んでください。

- ・ 給電側コイル : 10 μ H ~ 21 μ H
- ・ 受電側コイル : 13 μ H ~ 26 μ H

受電側コイルに巻線インダクタを使用する場合は、ラジアル型のシールドなし品を推奨します。
受電側コイルと給電側コイルのインダクタンス値の比率はおよそ0.81に設定することを推奨します。

(2) 周波数

周波数は $f = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{LC}}$ で算出されます。

給電側単体で110kHz、受電側単体で99kHzとなるようにLC値を決めてください。
LC共振周波数はおよそ88kHz ~ 106kHzで動作していることを必ず確認してください。

(3) DC抵抗

発熱低減のため、抵抗値が小さいものを推奨します。

負荷が50mA以上の場合

- ・ 給電側コイル : 0.3 Ω 以下
- ・ 受電側コイル : 0.5 Ω 以下

(4) コイルサイズ

- ・ 給電側コイル : ϕ 21mm、受電側コイル : ϕ 8mm ~ ϕ 10mm
- ・ 給電側コイル : ϕ 16mm、受電側コイル : ϕ 3mm ~ ϕ 8mm

(5) 評価項目

- ・ 負荷を変えながら連続動作するコイル間距離の範囲を決定する
- ・ 負荷を増やしながらかoil発熱温度を測定する

推奨条件から外れると、効率の低下によりコイルの発熱が高まります。エアフローを改善し、熱を逃がす対策を行ってください。

4.4 受電回路

4.4.1 平滑用コンデンサ

図32に、2つのチップセラミックコンデンサのDCバイアス特性の一例を示します。

- A: 直流4Vを印加時に、実質的な容量は約30%になっています。
- B: 直流4Vを印加時に、実質的な容量は約60%になっています。

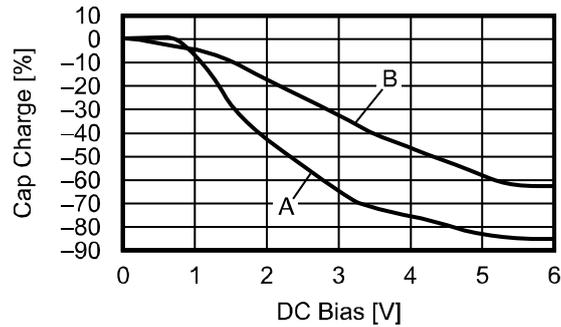


図32 チップセラミックコンデンサのDCバイアス特性例

図32に示すように、チップセラミックコンデンサの特性によりDCバイアス特性が異なります。外形サイズや耐圧などを考慮して、整流後の平滑に使用するチップセラミックコンデンサには、DCバイアス特性の良いものを選択してください。DCバイアス特性の悪いものを使用すると、充電電圧リップルが大きくなるため、充電が早く終わってしまう、充電ができなくなるなどの問題を引き起こすことがあるので注意してください。実際のDCバイアス特性は、メーカーのデータシートを参照してください。

4.4.2 コンデンサ音鳴り防止

給電側、受電側共に誘電率の高いセラミックコンデンサに可聴領域の周期でリップル電圧が加わると、機械的な振動が基板に伝わって異音を発生します。

平滑コンデンサの役割を果たす給電側の C_{IN1} 、受電側の C_3 ("図26 評価測定回路図"を参照)は、可聴領域のリップル電圧が生じやすくなります。コンデンサの音鳴りを低減させるため、誘電率の低いセラミックコンデンサ、もしくはタンタルコンデンサ等に置き換えてください。

4.4.3 1個の給電側コイルからの複数受電

1個の給電側コイルから複数個の受電側コイルで受電する場合、以下を注意してください。

- ・一方の受電側が無負荷になっても、もう一方の受電側が連続動作条件を満たしている場合、連続動作は継続します。
- ・複数受電で受電する受電側電流の合計値は、100mA以内にしてください。

4.4.4 WAKEUP端子に接続するダイオードD1

受電時、電磁誘導作用により受電側A点の電位は負電位と正電位を繰り返します。A点が正電位から負電位に変化した瞬間、受電側のVSS端子とWAKEUP端子間にある寄生ダイオードを通じて負電位となっているA点に向かって電流が流れます。その間、ダイオードD1は逆回復時間中、コンデンサの動作をするので、電荷が蓄積されます。その後、A点が正電位に変化すると、蓄積された電荷がA点の電位に加算され、WAKEUP端子に定格を越える電圧を印加する場合がありますので注意してください。そのため、ダイオードD1は端子間容量の小さいものを選択してください。

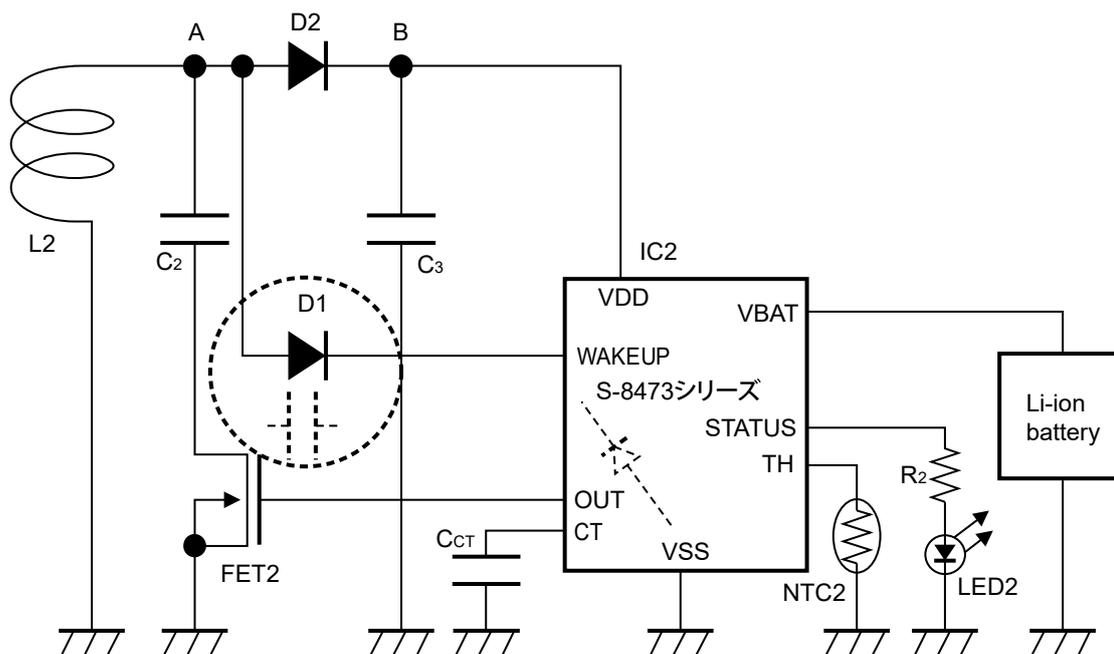


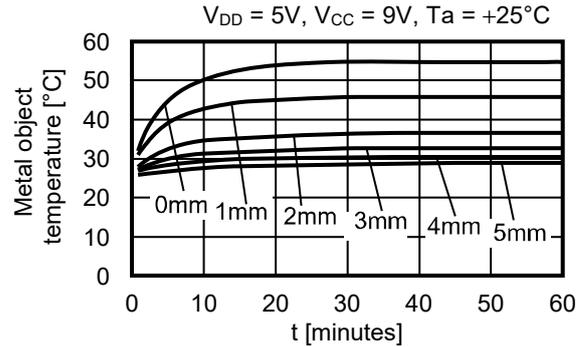
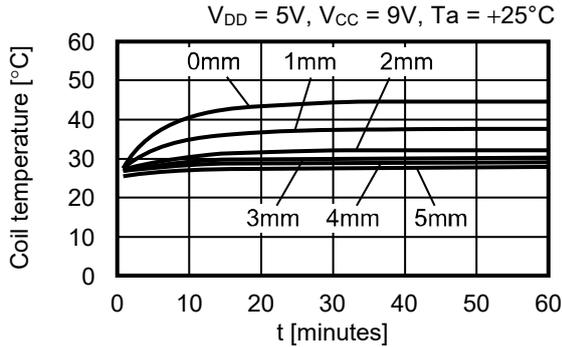
図33 WAKEUP端子接続用ダイオードD1について

4.5 システムの安全性について

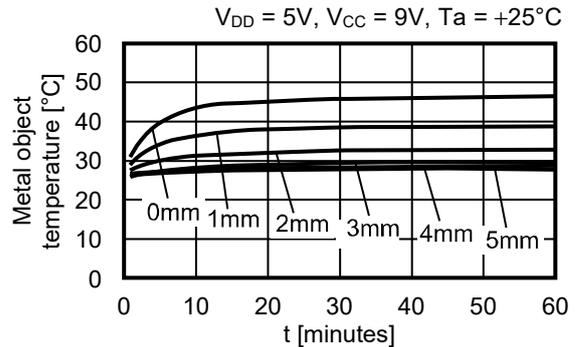
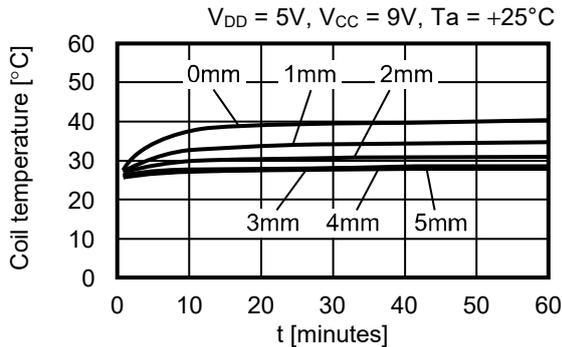
4.5.1 金属異物が給電コイルの上に乗った場合の安全対策

受電側コイルがなく、間欠動作中の給電側コイルの上に、金属異物（100円硬貨、1円硬貨等）が乗った場合、給電側コイルと金属異物の距離が近ければ、発熱が大きくなります。給電側コイルと金属異物の距離を2mm以上になるような機構設計をし、磁力線の影響を受けにくいようにしてください。また、コイルを垂直配置することで、給電側コイル上に異物が乗らないような構造にすることも効果的です。金属異物と給電側コイルの距離（d）による温度上昇データを下記に示します。

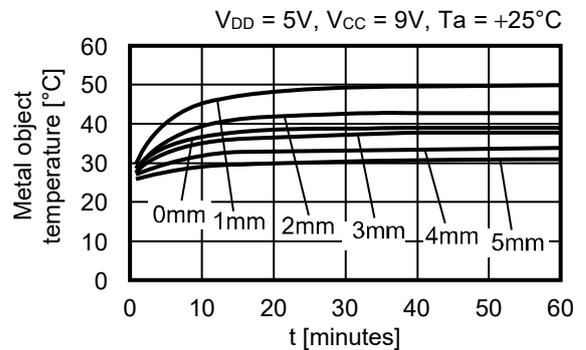
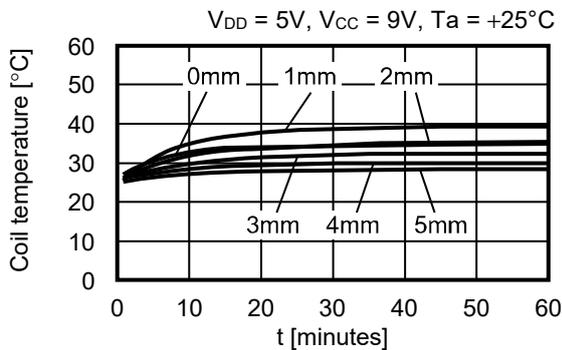
(1) 金属異物：100円硬貨



(2) 金属異物：1円硬貨



(3) 金属異物：1元硬貨



備考 給電側コイル：T6-0221-120L 後藤電子株式会社、受電側コイル：R4-0326-117L 後藤電子株式会社

4.5.2 金属異物がコイル間に挟まった場合

受電側コイルがあり、連続動作中の給電側コイルと受電側コイルの間に、コイルサイズに近い金属異物 (100円硬貨程度の大きさ) と厚み) が挟まった場合、磁場が吸収されるため、連続動作から間欠動作に変わります。しかし、磁場が透過しやすい金属異物 (アルミ箔、クリップ等) が挟まった場合、連続動作が維持されます。金属異物を通る磁力線の変化により渦電流が発生し、金属異物が発熱するとともに給電側コイルに流れる電流が増加し、給電側コイルも発熱します。図34に、アルミ箔を熱抵抗の高い不織布で挟んで放熱を抑制した状態で、給電側コイルとの距離を1mmに配置した場合のアルミ箔と給電側コイルの温度上昇データを示します。

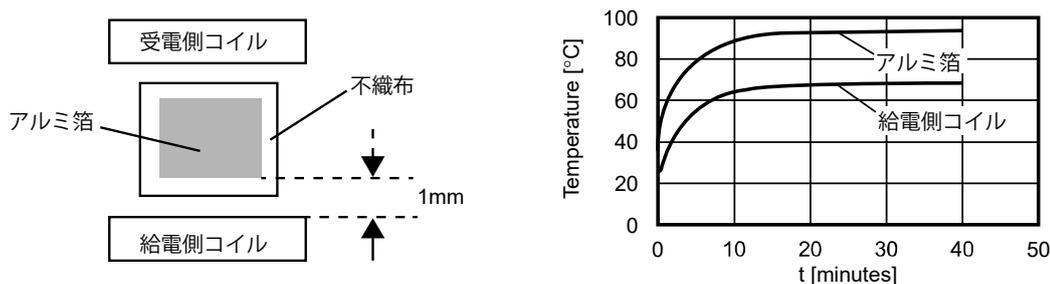


図34

4.5.3 金属異物がコイル間に挟まった場合の安全対策

- (1) 金属異物とコイルの距離が2mm以上となるように設計してください。また、コイルを垂直に配置し、コイルの上に金属異物が乗らないような構造にしてください。
- (2) リセットブルヒューズを追加してください。詳細は "7.1.1 PPTC (リセットブルヒューズ)" を参照してください。
- (3) 電流制限回路を追加してください。詳細は "7.1.2 電流制限回路" を参照してください。
- (4) S-8474シリーズのTH端子にNTCサーミスタを接続し、コイルの発熱箇所の温度を検出してください。TH端子 - GND間にC_{NTC} (約100pF ~ 1000pF) を接続することにより、外来信号の影響を軽減することができます。コイルが検出温度を越えると、S-8474シリーズの出力が停止し給電が停止します。給電停止状態はラッチされますので、再稼働するには、電源をいったん立ち下げてから再度投入してください。

4.5.4 受電側に他社製品を使用した場合

S-8474シリーズの受電検出メカニズムとして、給電側コイルの電圧変動を検出して連続動作と間欠動作の動作モード判別を行っています。そのため、受電側に電磁誘導を有するコイルが存在し、かつ負荷が接続されていると、S-8474シリーズは連続動作モードに入る場合があります。その対策として下記を推奨します。

- ・ 給電側と受電側が一意に位置合わせできるように設計してください。
- ・ 給電側にホールIC、受電側に磁石を使って位置合わせしてください。

9. 基板設計上の留意事項

- 基板配線時、S-8473シリーズとS-8474シリーズのデータシートの記載通り、一点アースとなるようにしてください。
- 過熱保護のため、TH端子には必ずNTCサーミスタを接続してご使用ください。
- 図47のVCCには1kHz ~ 110kHz (LC共振周波数) の周波数成分のゆれが発生するような電源を使用しないでください。誤動作を引き起こす可能性があります。
- 図47のVDDには、誤動作防止のため、周波数成分のゆれが発生するような電源を使用しないでください。
- 図47の基板を設計する際、下記の理由でRTON端子、VS端子、TH端子のそばには配線を通さないようにしてください。抵抗 R_{TON} は可能な限りRTON端子に近づけてレイアウトしてください。

(1) コイルL1と共振コンデンサ (C_1) により、C点では大きな電圧変動が生じる。

(2) RTON端子、VS端子、TH端子はインピーダンスが高いため、外来信号の影響を受けやすい。

RTON端子 - GND間に C_{RTON} (約100pF ~ 1000pF)、VS端子 - GND間に C_{VS} (約100pF ~ 1000pF)、TH端子 - GND間に C_{NTC} (約100pF ~ 1000pF) を接続することにより、外来信号の影響を軽減することができます。

特にNTCサーミスタでコイルの温度を検出する場合は、コイル信号の影響を受け、検出温度が高温側にシフトすることがあります。TH端子 - GND間に C_{NTC} を接続することを推奨します。

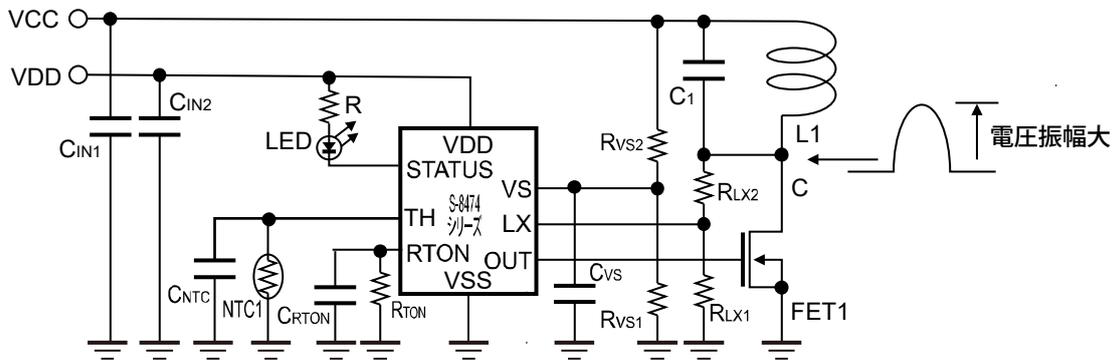


図47

10. 注意事項

- 本資料に掲載のアプリケーション例は、弊社ICを使用した代表的な応用例を説明したものです。ご使用の際は、十分な評価を行ってください。
- 本資料に掲載の応用回路を量産設計に用いる場合には、外付け部品の偏差およびその温度特性に注意してください。また、掲載回路に関する特許については、弊社ではその責任を負いかねます。
- 弊社ICを使用して製品を作る場合には、その製品での当ICの使い方や製品の仕様、出荷先の国などによって当ICを含めた製品が特許に抵触した場合、その責任を負いかねます。

11. 関連資料

S-8473シリーズとS-8474シリーズの詳細については、下記のデータシートを参照してください。

S-8473シリーズ データシート

S-8474シリーズ データシート

このアプリケーションノートおよびデータシートの内容は、予告なく変更することがあります。最新版については、販売代理店までお問い合わせください。