

## STHS34PF80 赤外線センサのハードウェア実装のガイドライン

### はじめに

このアプリケーション・ノートは、STHS34PF80 赤外線センサのパフォーマンスを引き出すための、ST の評価キットに基づくハードウェア設計とカバーレンズの実装のガイドラインです。

STHS34PF80 は、検知波長が  $5\mu\text{m}$  ~  $20\mu\text{m}$  の、TMOS テクノロジーをベースとする工場出荷時に較正済みの非冷却式赤外線センサです。視野角 (FOV) 内にある物体から放射される赤外線のを測定するよう設計されています。測定された情報は、存在、動き、過熱状態を監視するためにデジタル処理され、本製品は光学レンズ無しでも 4m の距離の人間を検知できます。

評価や試作用に、便利な評価キットもご用意しています。アダプタボードは 33mm x 25mm のコンパクトなサイズです。外付けのレンズを組み合わせると、より長い検知距離またはより広い FOV に対応できます。

本書では、公式のデータシートの内容を変更することはありません。仕様については、データシートを参照してください。

## 1 概要

本書では、STHS34PF80 赤外線センサの主な機能と、回路、PCB レイアウト、レンズ/カバーの実装ガイドラインを説明します。

### 1.1 STHS34PF80 赤外線センサの概要

STHS34PF80 は、SOICMOS テクノロジーと MEMS テクノロジーを組み合わせた小型のプログラマブルな赤外線 (IR) センサです。本製品は、黒体放射 (プランクの法則) に従って、対象物から放射される赤外線 (エネルギー) をセンシングします。本製品はアラームシステム、侵入防止システム、スマート照明、室内占有状況の検出などの用途において、人の存在と動きのセンサとして使用できます。

センサの特性を以下に示します。

#### 主な機能

- レンズを使用しないで約 4m 離れた人間を検知可能
- 内蔵光学フィルタ
- 表面実装可能
- 対象物が静止していても出力を維持する
- 静止している対象物と動いている対象物を区別できる
- 80°の視野角
- 出荷時較正済み
- 低電力
- 割り込み出力をプログラム可能

#### 電氣的仕様

- 供給電圧: 1.7V ~ 3.6V
- 供給電流: 10µA
- 2 線 I<sup>2</sup>C/3 線 SPI シリアル・インタフェース
- 可変 ODR (0.25Hz ~ 30Hz)
- ワンショット・モード

#### センサの仕様

- IR 感度: 2000LSB/°C
- ノイズ: 25LSB RMS
- 検知波長: 5µm ~ 20µm
- 内蔵温度センサの精度: ±0.3°C (Typ.)

#### パッケージ仕様

- 有機 LGA 3.2 x 4.2 x 1.455 (最大) mm、10 ピン
- ECOPACK および RoHS 準拠

#### アプリケーション

- 存在、動き、占有状況、および近接センシング
- アラーム/セキュリティ・システム
- ホーム・オートメーション
- スマート照明
- IoT
- スマート・ロッカー
- 壁面設置アプリケーション

## 1.2 STHS34PF80 赤外線センサの光学特性

入力される光は、図 1 に示すパッケージ上部の内蔵光学ウィンドウによってフィルタリングされ、5 $\mu\text{m}$ ~20 $\mu\text{m}$  の波長に絞られます。

図 2 に示すように、視野角 ( $\pm 40^\circ$ ) 内の物体から放射される赤外線を拾います。センシングされた赤外線量は内蔵の ASIC によってデジタル処理され、外部のアプリケーションプロセッサに渡されます。本製品には、人の存在および動きを検出するアルゴリズムが内蔵されていて、割込み信号を上げることができます。レンズを使用しなくても約 4m の距離で人間の存在を検出できます。実際の距離は、環境条件によって異なります。レンズを使用すると、検知範囲を広げることができます。

感度、視野角、その他のセンサ性能は、主に本製品を外部から保護するために使用するカバーやレンズの形状や素材の光学特性の影響を受けます。トレードオフを考慮しながら本製品の周囲の仕様を決めてください。

特に、以下を考慮してください。

- 筐体内の本製品の配置
- カバーやレンズを使用して、埃、水、化学溶剤からの本製品を保護するかどうか
- 筐体の開口部に配置されるカバーやレンズの光学特性

図 1. 一般的な透過率曲線

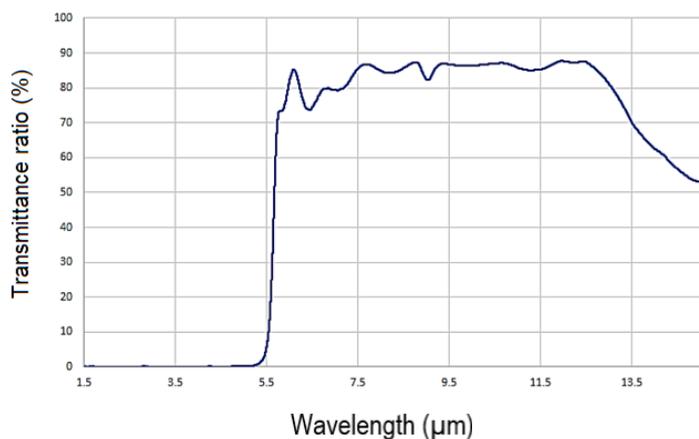
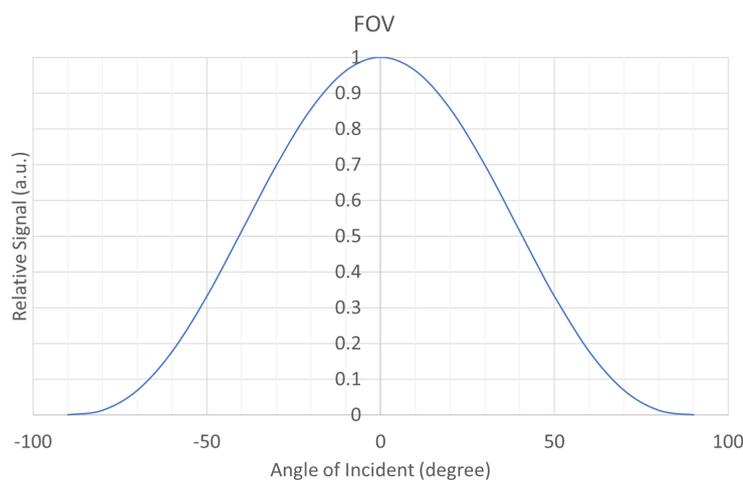


図 2. 一般的な視野角



## 2 開口部の設計のガイドライン

本製品は、カバーまたはレンズと一緒に使用できます。カバーは基本的に、防塵など、本製品の物理的な保護のためです。

開口部は、FOV が制限されない形状にすることを推奨しますが、開口部により FOV を制限することも可能です。

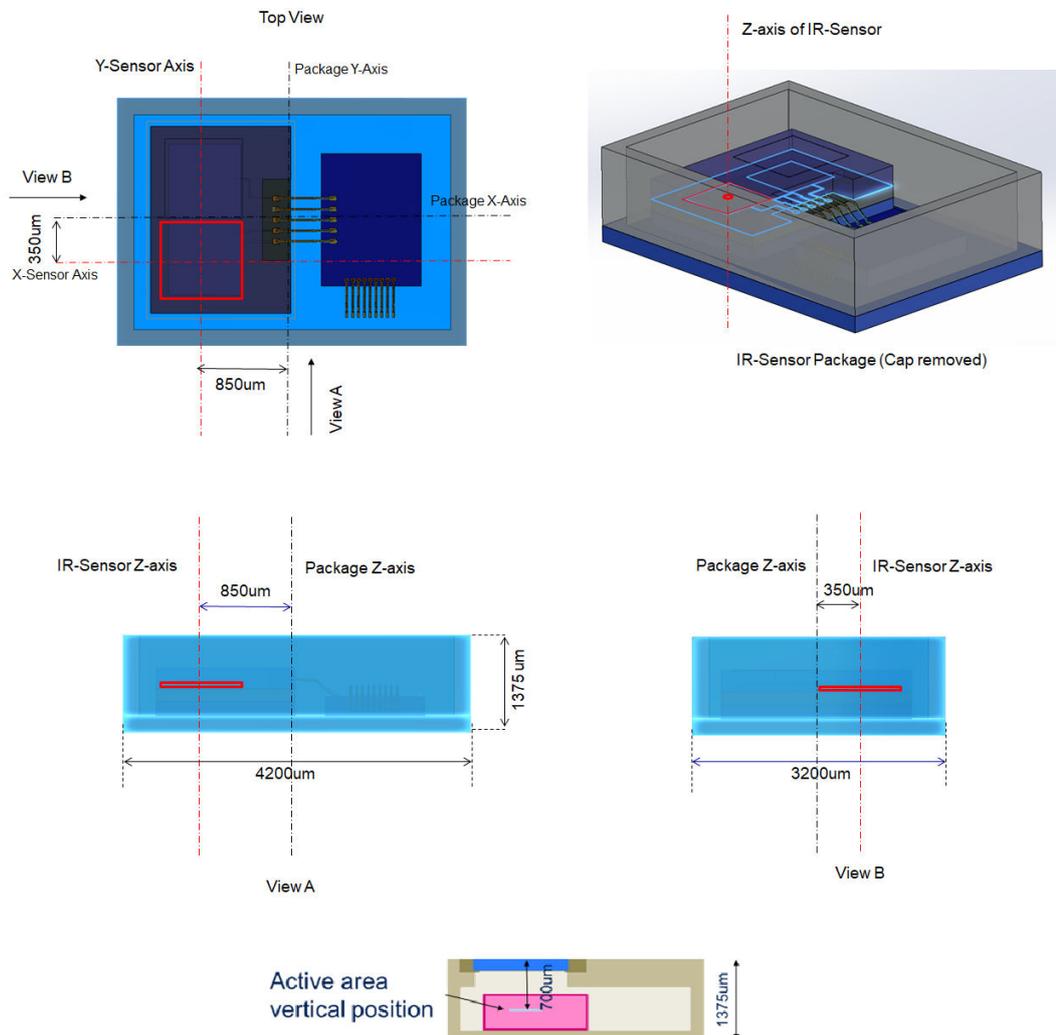
カバーまたはレンズの素材は、一定の光学要件を満たす必要があります。カバー材料は、透過率がなるべく低いものにしてください。

カバーまたはレンズの素材として、赤外線伝達ポリマーである HDPE (高密度ポリエチレン) を使用できますが、シリコン、ゲルマニウム、カルコゲニドも使用できます。どの素材を選択するかは、最終アプリケーションで必要とされる透過範囲、寸法、コストによって決まります。

透過率の低下やかすみは、感度を低下させます。

パッケージのセンシング要素 (図 3 の赤いボックス) のエリアに対して、開口部の寸法と垂直位置 (Z 軸) を適切にする必要があります。

図 3. 光学位置合わせのための機械的寸法



設計フェーズでは、次のポイントを考慮してください。

- センシングエリア (図 3 の赤いボックス) はパッケージの中心に配置されていないため、筐体開口部の中心はパッケージの中心ではなく、センシングエリア (赤いボックス) の中心に合わせてください。
- そのためには、パッケージの中心を確認して、X 軸上で 350  $\mu\text{m}$ 、Y 軸上で 850  $\mu\text{m}$  移動させてください。

- IR の経路が妨げられないように本製品を実装してください。
- 母集団全体で一貫した性能が得られるようにするには、筐体開口部と本製品の間の空間の寸法のばらつきの誤差を最小限に抑えてください。

図 4. アプリケーション構造と視野角の例

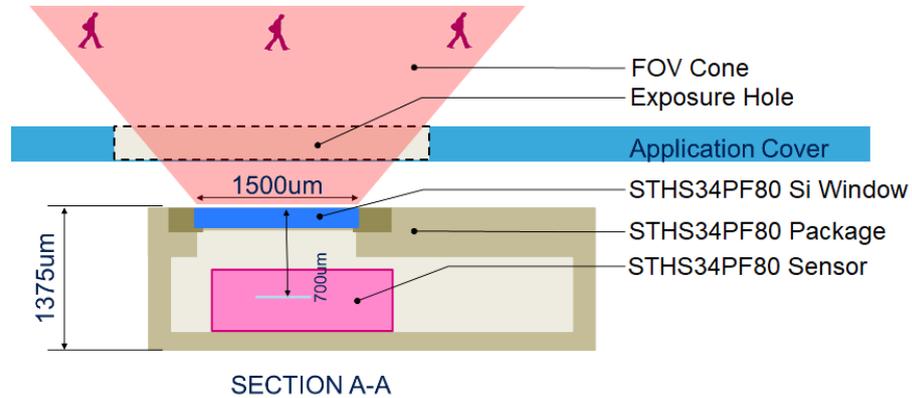
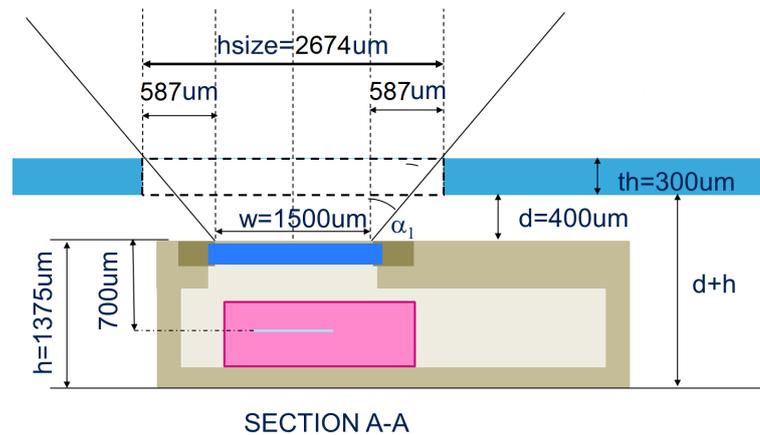


図 5 に、開口部の位置と寸法の例を示します。この例では、開口部にはカバーもレンズも装着していません。

図 5. 開口部の計算例 1



開口部のサイズは次の式で計算できます。

$$hsize = 2 \tan(\alpha) \cdot (d + th) + w \quad (1)$$

ここで、

- $\alpha$  は STHS34PF80 の片側の視野角 (40°) です。
- $w$  は光学ウィンドウの幅です。
- $hsize$  は開口部の横の寸法です。
- $th$  は筐体の厚さです。
- $d$  はセンサ上部から筐体下部までの距離です。

ここでは以下が前提となります。

- FOV =  $\pm 40^\circ$  (視野角)
- $w = 1500\mu\text{m}$  (光学ウィンドウの幅)
- $d = 400\mu\text{m}$  (パッケージの上部から開口部までの距離)
- $th = 300\mu\text{m}$  (筐体の開口部の厚さ)
- $h = 1375\mu\text{m} \pm 80\mu\text{m}$  (本製品の公称厚さ)

$$hsize = 2 \tan(40 \text{ deg}) \times (300 + 400)\mu\text{m} + 1500\mu\text{m} \approx 2674\mu\text{m}$$

追加で、約 135 $\mu\text{m}$  の許容誤差 (パッケージの高さの許容誤差を 80 $\mu\text{m}$  として) と、筐体の厚さの誤差を考慮する必要があります。

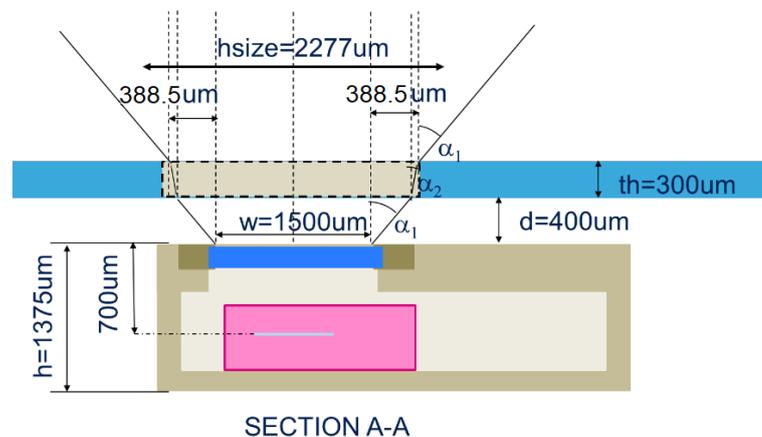
カバーなしの開口部の場合、次の式を適用できます。カバーを使用する場合、空気に対するカバー素材の屈折率の違いによる IR 経路のずれを考慮する必要があります (スネルの式)。

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin(\alpha_2)}{\sin(\alpha_1)}$$

ここで、

- $n_1$  は空気の屈折率です。
- $n_2$  はスクリーン素材の屈折率です。
- $\alpha_1$  および  $\alpha_2$  は、図 6 に示す 2 つの素材における IR 経路の角度です。

図 6. 開口部の計算例 2



この場合、次のように式(1)を式(2)に変更できます。

$$hsize = 2 \tan(\alpha_1) \cdot (d) + 2 \tan(\alpha_2) \cdot (th) + w \quad (2)$$

たとえば、カバーがシリコン製の場合、 $n_2 = 3.4$ 、 $n_1(\text{air}) = 1$  となるため、 $\alpha_1 = 40^\circ$ 、 $\alpha_2 = 10^\circ$  を式(2)に適用して、次のようになります。

$$hsize = 2 \tan(40 \text{ deg}) \cdot (400 \mu\text{m}) + 2 \tan(10 \text{ deg}) \cdot (300 \mu\text{m}) + 1500 \mu\text{m} \approx 2277 \mu\text{m}$$

また、約 134 $\mu\text{m}$  の許容誤差 (パッケージの高さの許容誤差を 80 $\mu\text{m}$  として) と、筐体の厚さの誤差も考慮する必要があります。

最適なカバーの設計には以下が重要です。

- 素材に構造上の欠陥がないこと
- 指紋による光の散乱や感度の低下がないこと
- 必要とされる波長の透過率が 90% を上回っていること (たとえば、人体に適用する場合、8 $\mu\text{m}$  ~ 12 $\mu\text{m}$ )
- ローウィンドウの傾きが 2° 未満であること
- 厳格な許容誤差

よって、以下をチェックしてください。

- 表面および構造上の欠陥の有無
- カバー素材の IR 透過率
- 散乱のレベル (透明度/かすみ具合)
- 機械的組立ての許容誤差

### 3 カバーレンズの実装ガイドライン

適切なカバーレンズは、アプリケーション要件の FOV(視野角)と検知距離によって異なります。

前のセクションで述べた、筐体の開口部、レンズのセンタリングおよび素材に関する考慮事項は、レンズの焦点距離、光学的アパーチャなど、光学的な制約と組み合わせる必要があります。

また、透過率は重要な要素です。カバーとレンズはシリコン製、ゲルマニウム製、カルコゲニド製、ポリマー製、HDPE(高密度ポリエチレン)製とすることができます。Fresnel レンズは、設置がしやすく、低コストです。この選択は、最終アプリケーションに必要な性能によって決まります。

レンズとカバーの素材にはそれぞれ、透過率や放射率といった特性があります。温度補正を良いものにするためにはこれらのパラメータを考慮する必要があります。

- 透過率とは、物質を通して反対側まで到達する IR の割合です。レンズやカバーの素材には、独自の透過率があります。同じアイテムの同じロットでも、製造ばらつきがあります。温度補正は透過率をパラメータとするため、透過率の製造ばらつきは重要です。
- 放射率とは、物体が赤外線エネルギーを放射する能力のことです。カバーやレンズに使用される素材には、放射率が高いものもあります。カバーによって放射される IR が本製品によって検出されてしまうと、誤差になります。放射率の低いカバーを使用することをお勧めします。

埃や汚れの防止のために必要な場合を除いて、カバーを使用しないことをお勧めします。

#### 3.1 STHS34PF80 のリファレンスレンズ

STHS34PF80 は高感度のセンサで、光学式レンズを使用しなくても、80°以内の視野角、最大約 4m の距離で人間の存在を検出できます。例えば次の 2 種類のレンズは、より長い距離やより広い FOV に対応できます。

##### 3.1.1 TMOS63-10 レンズによる長距離の検知

TMOS63-10 レンズは、Fresnel Factory 社製のレンズです。FOV は狭くてよいが検知距離を伸ばしたい場合にご使用ください。

TMOS63-10 の寸法を図 7 に示します。溝のあるレンズ面を対象物に向けます。

レンズの詳細情報は、Fresnel Factory 社のウェブサイトでご確認ください(TMOS63-10)。

図 7. TMOS63-10 レンズの寸法

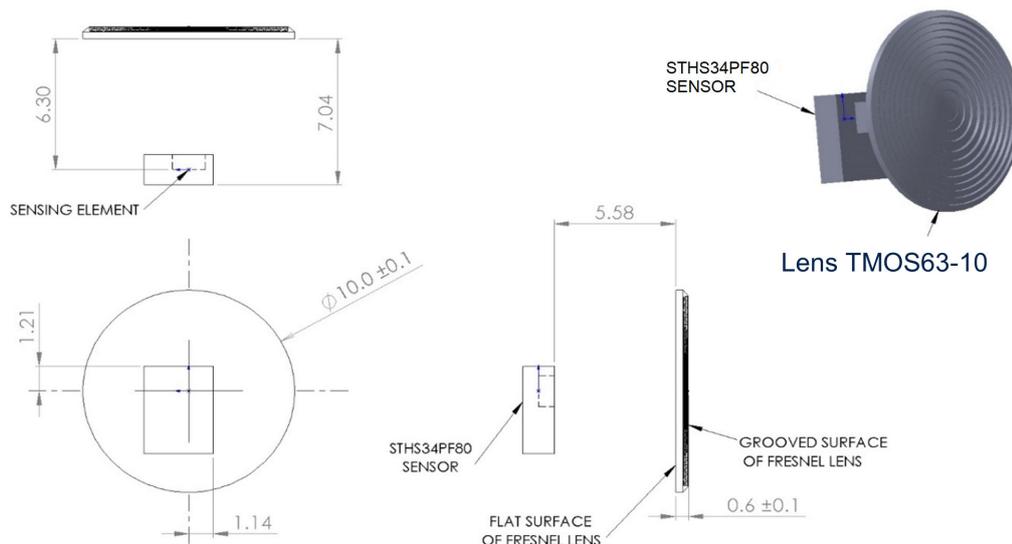
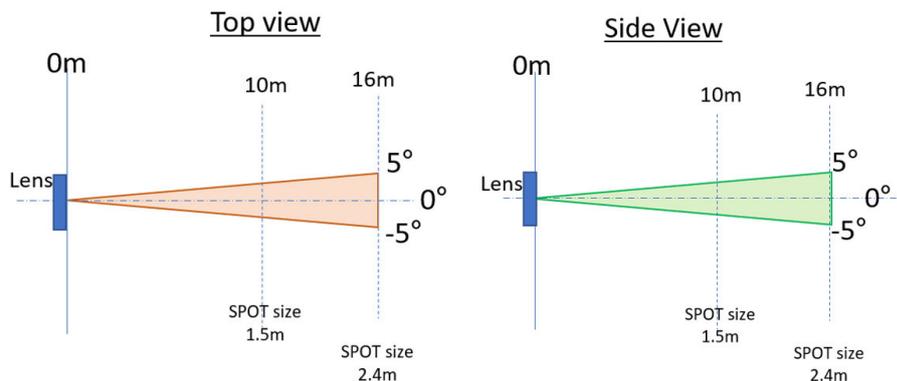


図 8. TMOS63-10 で検出可能な視野角と距離



TMOS63-10 レンズは、評価キット (STEVAL-MKI1231KA) に付属しています。図 9 に、評価ボード (子ボード) と TMOS63-10 レンズの組立てを示します。

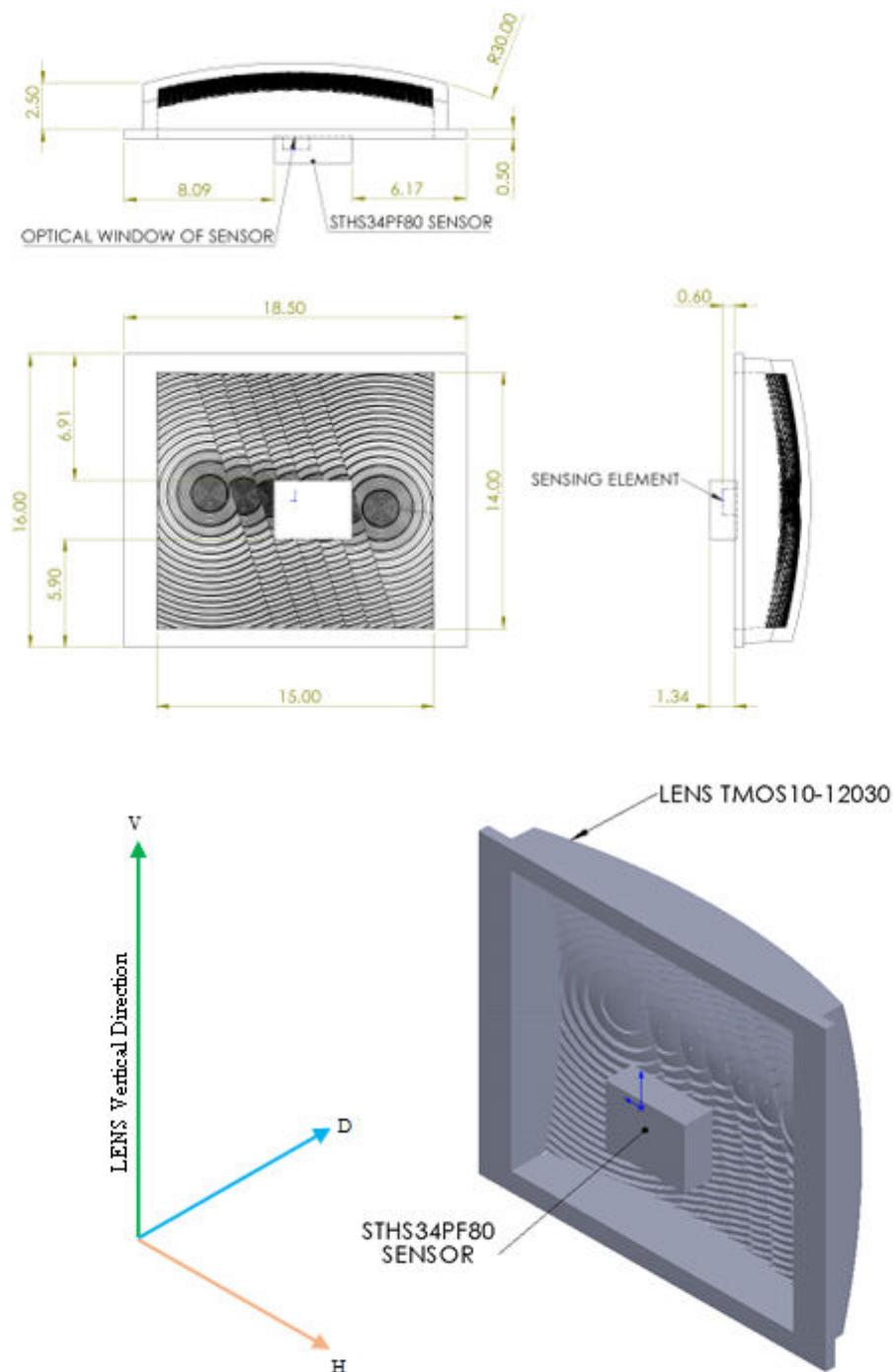
図 9. TMOS63-10 レンズ付属の評価キット



レンズホルダの 3D CAD データは次のリンクからダウンロードできます。3D プリント等にご使用ください。  
TMOS63-10 用のレンズホルダ

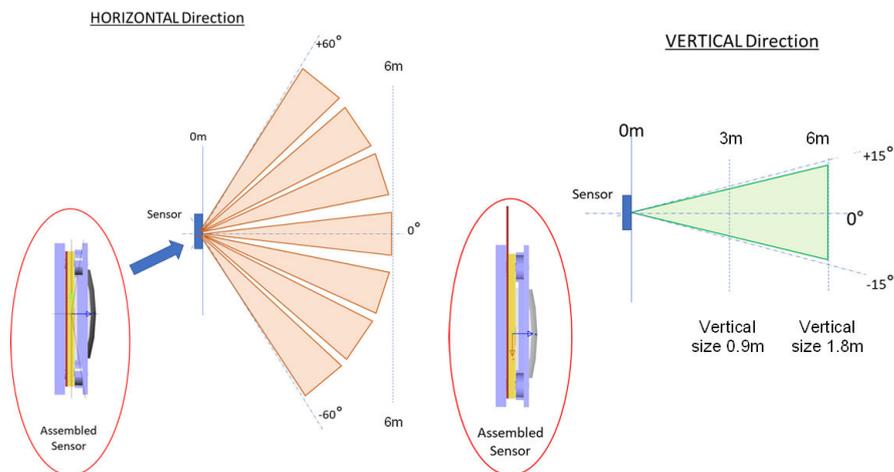
3.1.2 TMOS10-12 レンズによる広い視野角への拡張  
 広い FOV の中距離の検出に適した STHS34PF80 レンズは、Fresnel Factory 社製の TMOS10-12 です。このレンズは、存在/動きの検出のための壁面設置アプリケーションに適しています。TMOS10-12 の寸法を図 10 に示します。

図 10. TMOS10-12 レンズの寸法



TMOS10-12 は、[図 11](#) に示すように、水平方向では 120°、垂直方向では 30° という広い視野角に対応します。

**図 11. TMOS10-12 で検出可能な視野角と距離**



TMOS10-12 のレンズは ST 評価キットには付属していませんが、Fresnel Factory 社または DigiKey から購入できます。レンズホルダの 3D プリント用のファイルは、Fresnel Factory 社の以下のリンクからダウンロードできます。[図 12](#) に、STHS34PF80 評価ボード上でレンズをレンズホルダに装着した例を示します。

**図 12. TMOS10-12 レンズを装着した評価キット**



3D プリント用の CAD データは、Fresnel Factory 社の以下のリンクからダウンロードできます。  
TMOS10-12 用のレンズホルダ

## 4 熱源

本製品の付近に熱源があると、センサの感度に影響を及ぼし、性能が低下する可能性があります。熱源の位置と種類により異なるメカニズムで熱が伝わります。1 つめのメカニズムは、本製品周辺の局所熱源と熱対流によるものです。一般的な熱源は次のとおりです。

- パワー・マネージメント・デバイス
- マイコンや無線 IC
- LCD ディスプレイ

そのため、これらの熱源から適度に離して本製品を配置する必要があります。また、必要に応じて、装置内に断熱構造を設けてください。できれば、熱源の近くに冷却用の通気口を設置することをお勧めします。2 つめのメカニズムは、PCB 配線を通して伝わるものです。この影響を低減するため、本製品付近の配線は細くして、熱源から離してください。そのため、本製品の近くの PCB に溝を設けて (図 18 を参照)、周辺の不要な金属をすべて除去することをお勧めします。どちらの熱伝達の場合にとっても、動作条件を変えてシステム全体の赤外線熱分析を行うことは、本製品の適切な設置場所を決めるために有効です。

## 5 機械的ストレス

機構設計そのものの問題、またはユーザーの使用方法によって生じる力が本製品にかからないように、適切な位置に本製品を配置する必要があります。これは、時間の経過に伴ってレンズとセンサとの間で位置のずれが生じるのを回避するためのものであり、本製品の物理的損傷を回避するためのものでもあります。

はんだ付けによる本製品の傾きと赤外線経路との関係にもご注意ください。

振動が本製品に伝わり、IR出力に影響を及ぼす可能性があります。

そのため、設計フェーズでこれらのすべての要素を考慮してください。

## 6 光源

5 $\mu\text{m}$  ~ 20 $\mu\text{m}$  の波長を通す光学フィルタにより、太陽光、蛍光灯などは本製品の機能に影響しません。ただし、光源から FOV またはセンサ本体までの間に温度差があると、ノイズや出力ドリフトが発生する可能性があります。

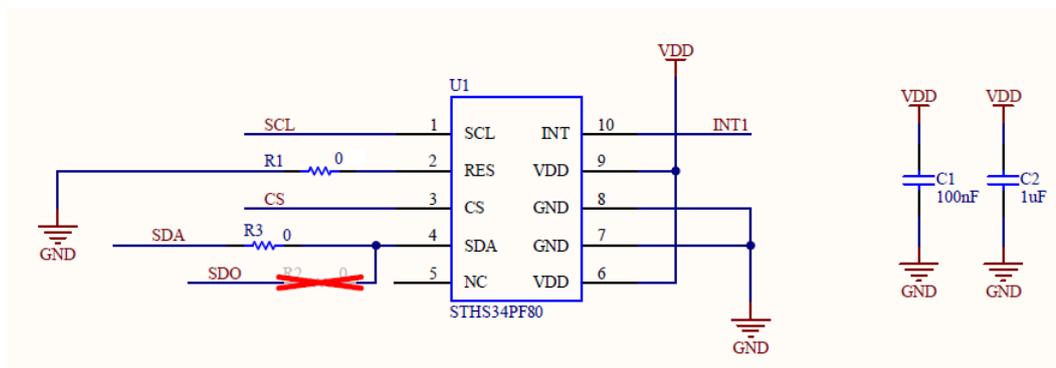
## 7 STHS34PF80 の回路と PCB レイアウトのガイドライン

### 7.1 評価ボードに基づく STHS34PF80 リファレンス回路

参考のため、図 13 に評価ボードで使用されている回路を示します。

PSRR を高めるためには、 $C_1 = 100 \text{ nF}$ 、 $C_2 = 1 \mu\text{F}$  のコンデンサが必要で、これらを本製品のできるだけ近くに配置してください。R<sub>3</sub> と R<sub>2</sub> は、アプリケーションに必要な I<sup>2</sup>C または SPI インタフェースに従って決定してください。

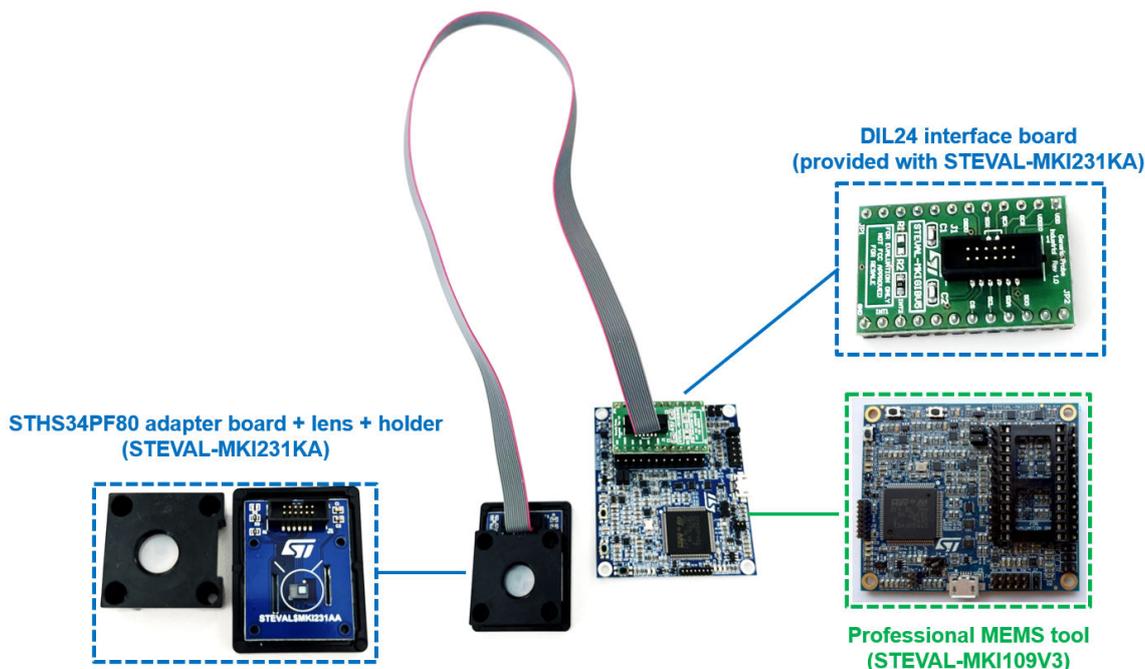
図 13. STHS34PF80 評価ボードの回路



STHS34PF80 評価キットは、図 14 に示すように、アダプタボード、レンズホルダ、レンズ、DIL24 インタフェースボード、Professional (Profi) MEMS ツールへの接続用ケーブルで構成されています。

STHS34PF80 評価キットは、[www.st.com](http://www.st.com) から注文コード STEVAL-MKI231KA にて、Profi MEMS ツールは注文コード STEVAL-MKI109V3 にてご購入いただけます。

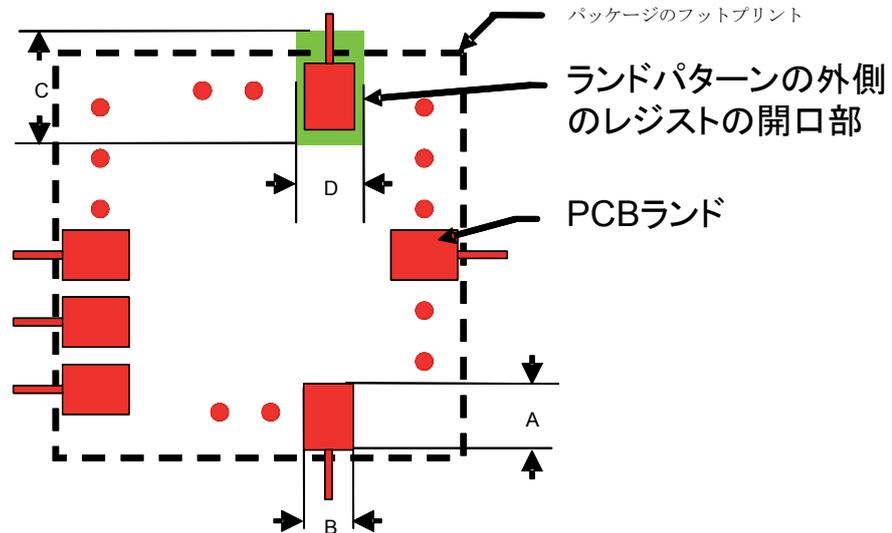
図 14. STHS34PF80 評価ボード



## 7.2 PCB ガイドライン

以下の PCB ガイドラインに従ってください。  
 詳細は、テクニカル・ノート TN0018 を参照してください。

図 15. PCB ランドの例(LGA パッケージ)



PCB ランドおよび配線は対称に設計してください。  
 LGA パッドのスペースが 200 $\mu$ m を超える場合:  
 $A = \text{PCB ランドの長さ} = \text{LGA はんだパッドの長さ} + 0.1\text{mm}$   
 $B = \text{PCB ランドの幅} = \text{LGA はんだパッドの幅} + 0.1\text{mm}$   
 LGA パッドのスペースが 200 $\mu$ m 以下の場合:  
 $A = \text{PCB ランドの長さ} = \text{LGA はんだパッドの長さ}$   
 $B = \text{PCB ランドの幅} = \text{LGA はんだパッドの幅}$

$C = \text{レジスト開口部の長さ} = \text{PCB ランドの長さ} + 0.1 \text{ mm}$   
 $D = \text{レジスト開口部の幅} = \text{PCB ランドの幅} + 0.1\text{mm}$

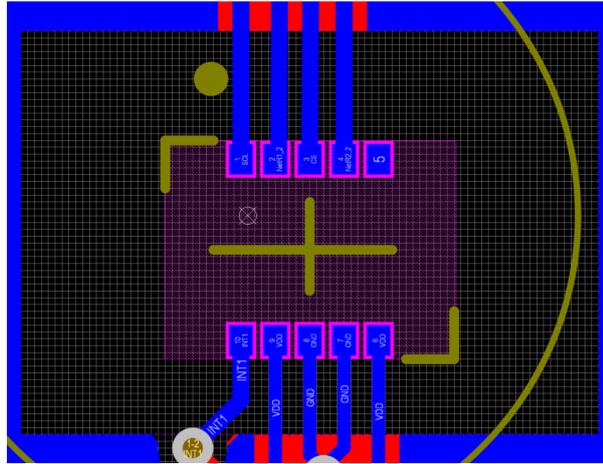
### ステンシル設計とはんだペーストの塗布

はんだペーストの厚さとパターンは重要です。

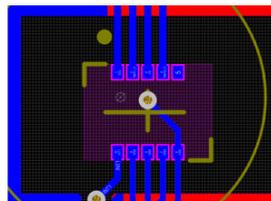
- はんだペーストの塗布用にはステンレス鋼ステンシルをお勧めします。
- スクリーン印刷には、ステンシル厚さ 90 $\mu$ m ~ 150 $\mu$ m (3.5 ~ 6 ミル) をお勧めします。
- パッド用のステンシルの開口部は PCB パッドエリアの 70% ~ 90% とする必要があります。
- はんだペーストの切れを良くしたい場合は、アパーチャの壁面を台形にし、角に丸みを付けるという方法があります。
- 狭ピッチの IC ピンの場合、ステンシルと PCB を正確に合わせる必要があります。はんだペーストを塗布する前に、ステンシルと PCB アセンブリを 25 $\mu$ m (1 ミル) 以内の許容誤差で合わせてください。

**配線**

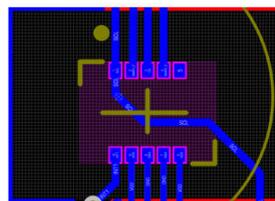
- 配線は対称にしてください。
- 配線はすべて、パッドの長辺に平行にまっすぐ引き出してください。
- 本製品に機械的ストレスがかからないようにするため、配線はすべて同じ太さにしてください。本製品に流れる電流は非常に低いため、電源/グランド配線を太くする必要はありません。
- グランドプレーンは、本製品から遠ざけ、標準配線を使用して本製品と接続してください。

**図 16. 推奨配線**

**配置**

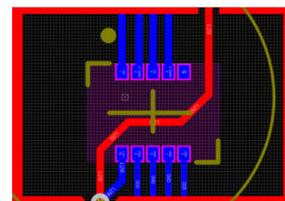
- ここでは STHS34PF80 を PCB のボトム・レイヤーに実装する場合を想定します。
- 配線もビアも、本製品の真下の同層上には配置しないでください(異なる層ならよい)。
- 電源プレーン、グランドプレーン、および信号線は、本製品と同層以外になら本製品の真下に配置してもよいです。

**図 17. 推奨配線パターン**


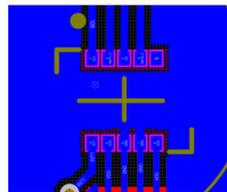
**WRONG:**  
VIA under the device



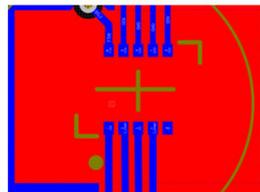
**WRONG:**  
Routing under the device on the bottom side (same side)



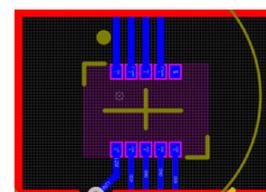
**RIGHT:**  
Routing under the device on the top side (opposite side)



**WRONG:**  
Leave free space under the device on the bottom side for temperature isolation (same side)



**WRONG:**  
Leave free space under the device on the top side for temperature isolation (opposite side)



**RIGHT:**  
No routing in any layer under the device

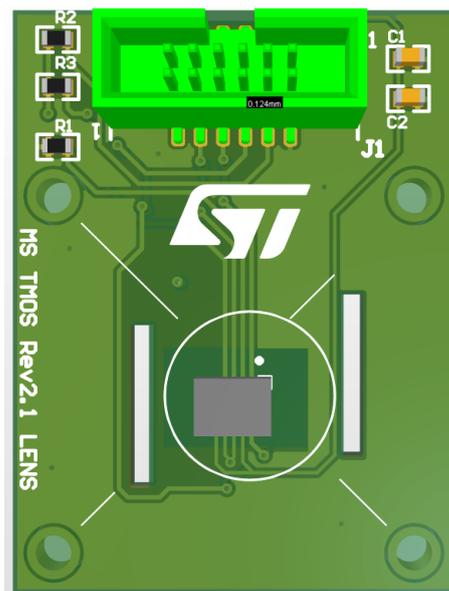
### PCB のくり抜き

基板から本製品への熱伝達を抑えるため、以下の図 18 に示すように、本製品の周囲にくり抜きを設けることをお勧めします。

評価ボードは以下の図のようになっています。

すると、周囲温度補正はより効果的になります。

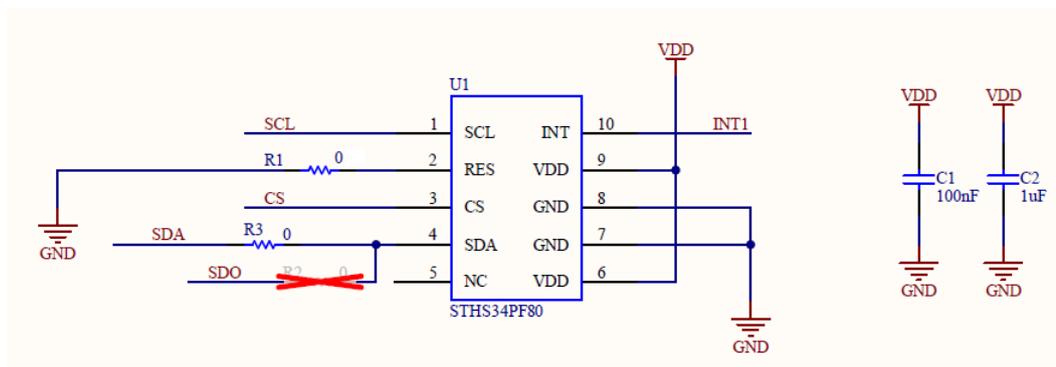
図 18. センサの周囲にくり抜きが施された ST 評価ボード



### 7.3 外部ノイズ対策

PCB レイアウトによっては、有線および無線ノイズにより性能が低下することがあります。VDD ラインのノイズを抑えるために、デカップリング・コンデンサ C1(100nF)および C2(1 $\mu$ F)を VDD ライン上の本製品にできるだけ近い場所に配置することを強く推奨します。最終アプリケーションによっては、VDD ラインのノイズや EMI 耐性の要求仕様次第で、デカップリング・コンデンサ(C2)が 1 $\mu$ F または 100pF になる場合があります。PCB のスペースを節約するために 1 個のデカップリング・コンデンサしか使用できない場合、1 個で本当に問題ないかを最終アプリケーションで評価したうえで、実施の可否を決定してください。

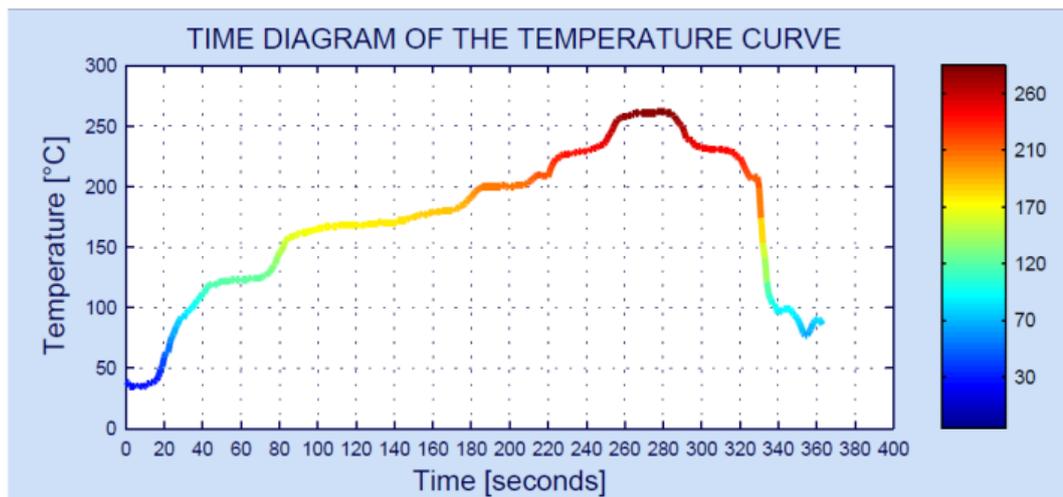
図 19. STHS34PF80 評価ボードの回路



## 8 リフローと清掃のガイドライン

JEDEC の規格 J-STD-020 に基づいて、JEDEC で定義されたプロファイルの温度を超えないことを推奨します。  
仕様: IPC-JEDEC J-STD-020

図 20. はんだ付けプロファイル



超音波洗浄は MEMS 構造を損傷させる可能性があるため、禁止です。はんだ付けまたは組立て工程の後に清掃が必要な場合、イソプロピルアルコールを使用して光学ウィンドウを手作業で掃除してください。

## 改版履歴

表 1. 文書改版履歴

日付	版	変更内容
2023 年 10 月 2 日	1	初版発行

## 目次

<b>1</b>	<b>概要</b> .....	<b>2</b>
1.1	STHS34PF80 赤外線センサの概要 .....	2
1.2	STHS34PF80 赤外線センサの光学特性 .....	3
<b>2</b>	<b>開口部の設計のガイドライン</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>カバーレンズの実装ガイドライン</b> .....	<b>7</b>
3.1	STHS34PF80 のリファレンスレンズ .....	7
3.1.1	TMOS63-10 レンズによる長距離の検知 .....	7
3.1.2	TMOS10-12 レンズによる広い視野角への拡張 .....	9
<b>4</b>	<b>熱源</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>機械的ストレス</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>光源</b> .....	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>STHS34PF80 の回路と PCB レイアウトのガイドライン</b> .....	<b>14</b>
7.1	評価ボードに基づく STHS34PF80 リファレンス回路 .....	14
7.2	PCB ガイドライン .....	15
7.3	外部ノイズ対策 .....	18
<b>8</b>	<b>リフローと清掃のガイドライン</b> .....	<b>19</b>
	改版履歴 .....	20
	図一覧 .....	22

## 図一覧

図 1.	一般的な透過率曲線	3
図 2.	一般的な視野角	3
図 3.	光学位置合わせのための機械的寸法	4
図 4.	アプリケーション構造と視野角の例	5
図 5.	開口部の計算例 1	5
図 6.	開口部の計算例 2	6
図 7.	TMOS63-10 レンズの寸法	7
図 8.	TMOS63-10 で検出可能な視野角と距離	8
図 9.	TMOS63-10 レンズ付属の評価キット	8
図 10.	TMOS10-12 レンズの寸法	9
図 11.	TMOS10-12 で検出可能な視野角と距離	10
図 12.	TMOS10-12 レンズを装着した評価キット	10
図 13.	STHS34PF80 評価ボードの回路	14
図 14.	STHS34PF80 STHS34PF80 評価ボード	14
図 15.	PCB ランドの例 (LGA パッケージ)	15
図 16.	推奨配線	16
図 17.	推奨配線パターン	16
図 18.	センサの周囲にくり抜きが施された ST 評価ボード	17
図 19.	STHS34PF80 評価ボードの回路	18
図 20.	はんだ付けプロファイル	19

重要なお知らせ(よくお読み下さい)

STMicroelectronics NV およびその子会社(以下、ST)は、ST 製品及び本書の内容をいつでも予告なく変更、修正、改善、改定及び改良する権利を留保します。購入される方は、発注前に ST 製品に関する最新の関連情報を必ず入手してください。ST 製品は、注文請書発行時点で有効な ST の販売条件に従って販売されます。

ST 製品の選択並びに使用については購入される方が全ての責任を負うものとします。購入される方の製品上の操作や設計に関して ST は一切の責任を負いません。

明示又は黙示を問わず、ST は本書においていかなる知的財産権の実施権も許諾致しません。

本書で説明されている情報とは異なる条件で ST 製品が再販された場合、その製品について ST が与えたいかなる保証も無効となります。

ST および ST ロゴは STMicroelectronics の商標です。ST の登録商標については ST ウェブサイトをご覧ください。[www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks) その他の製品またはサービスの名称は、それぞれの所有者に帰属します。

本書の情報は本書の以前のバージョンで提供された全ての情報に優先し、これに代わるものです。この資料は、STMicroelectronics NV 並びにその子会社(以下 ST)が英文で記述した資料(以下、「正規英語版資料」)を、皆様のご理解の一助として頂くために ST マイクロエレクトロニクス株が英文から和文へ翻訳して作成したものです。この資料は現行の正規英語版資料の近時の更新に対応していない場合があります。この資料は、あくまでも正規英語版資料をご理解頂くための補助的参考資料のみにご利用下さい。この資料で説明される製品のご検討及びご採用にあたりましては、必ず最新の正規英語版資料を事前にご確認下さい。ST 及び ST マイクロエレクトロニクス株は、現行の正規英語版資料の更新により製品に関する最新の情報を提供しているにも関わらず、当該英語版資料に対応した更新がなされていないこの資料の情報に基づいて発生した問題や障害などにつきましては如何なる責任も負いません。

© 2021 STMicroelectronics – All rights reserved