

## AFE4432 光学バイオセンシング用の超小型、統合型 AFE

### 1 特長

- 最大 12 位相セットの信号取得をサポート
- 最大 4 個の LED と 3 個の PD をサポート
- 各位相での LED および PD の柔軟な割り当て
- 異なるセンサから、異なるデータ・レートで同時に信号を取得
- 正確で連続的な PPG モニタリング
  - ウェアラブル・デバイスでの低電流による連続的な心拍数モニタリング: レシーバ: 12 $\mu$ A (標準値)
  - 0.5~10Hz の帯域で 115dB のピーク・システム SNR により、高精度の SpO<sub>2</sub> 測定が可能
- トランスミッタ:
  - LED 電流を 25mA~250mA の範囲に 8 ビットでプログラム可能
  - 個別に位相ごとに電流を制御することで 2 つの LED を同時に点灯するモード
  - LED のオン時間を位相ごとにプログラム可能
  - SpO<sub>2</sub>、多波長 HRM で 4 個の LED を同時にサポート
- レシーバ:
  - 3 つの時間多重 PD 入力をサポート
  - 2 つの並列レシーバ (2 組の TIA / フィルタ)
  - 位相ごとに 8 ビット制御を行い、範囲を調整可能 (最大 255 $\mu$ A) な、独立した環境オフセット減算 DAC を各 TIA 入力に内蔵
  - 位相ごとに 9 ビット制御を行い、範囲を調整可能 (最大 64 $\mu$ A) な、独立した LED オフセット減算 DAC を各 TIA 入力に内蔵
  - ADC 出力におけるデジタル環境減算
  - 帯域幅をプログラム可能なノイズ・フィルタリング
  - トランスインピーダンス・ゲイン: 3.7k $\Omega$ ~1M $\Omega$
- 外部クロックおよび内部発振器モードをサポート
- システム・クロックと同期してデータを取得するオプション
- 環境、LED の自動 DC キャンセル
- サンプル深度 160 の FIFO
- SPI™ インターフェイス / I2C インターフェイス
- 1.9mm × 1.8mm の DSBGA、0.35mm ピッチ
- 供給電圧: Rx: 1.7~1.9V, Tx: 3~5.5V

### 2 アプリケーション

- ウェアラブル機器やヒアラブル機器用の光学式心拍数モニタリング (HRM)
- 心拍変動 (HRV)
- 酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>) の測定

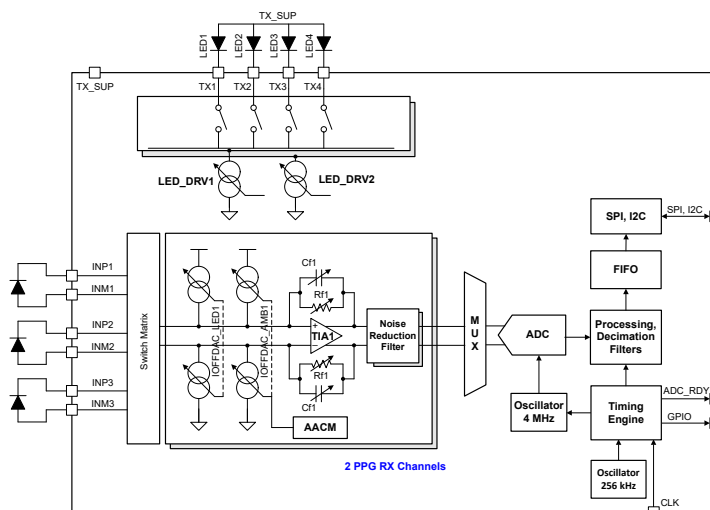
### 3 概要

AFE4432 は、心拍数モニタリング (HRM) や血中酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>) などの光学的バイオセンシングに適したアナログ・フロントエンドです。このデバイスは、4 つまでのスイッチング発光ダイオード (LED) と 3 つまでのフォトダイオード (PD) をサポートできます。AFE4432 には 2 つの LED ドライバがあり、それぞれで 8 ビットの電流制御が可能です。このデバイスは、極めて小さい信号レベルのセンシングに適した、ダイナミック・レンジの広い送受信回路を搭載しています。最大 12 の信号位相セットを定義でき、各位相セットは LED と周囲位相の組み合わせで構成されます。レシーバ入力の低ノイズ・オフセット DAC を自動的に制御して、周囲光と LED 光からの DC をキャンセルできます。各位相に属する PD からの電流は、TIA によって電圧に変換され、フィルタ処理されてから、共通の ADC を使用してデジタル化されます。ADC のコードを、160 サンプルの FIFO に格納することもできます。この FIFO は、SPI または I<sup>2</sup>C インターフェイスを使用して読み出すことができます。

#### 製品情報

部品番号	パッケージ (1)	本体サイズ (公称)
AFE4432	DSBGA (25)	1.80mm × 1.92mm

(1) 利用可能なパッケージについては、このデータシートの末尾にある注文情報を参照してください。



## Table of Contents

1 特長.....	1	4.4 Electrostatic Discharge Caution.....	3
2 アプリケーション.....	1	4.5 Glossary.....	3
3 概要.....	1	<b>5 Mechanical, Packaging, and Orderable Information...</b>	<b>3</b>
<b>4 Device and Documentation Support.....</b>	<b>3</b>	5.1 Package Option Addendum.....	4
4.1 Receiving Notification of Documentation Updates.....	3	5.2 Tape and Reel Information.....	5
4.2 サポート・リソース.....	3	5.3 Mechanical Data.....	7
4.3 Trademarks.....	3		

---

## 4 Device and Documentation Support

TI offers an extensive line of development tools. Tools and software to evaluate the performance of the device, generate code, and develop solutions are listed below.

### 4.1 Receiving Notification of Documentation Updates

To receive notification of documentation updates, navigate to the device product folder on [ti.com](https://www.ti.com). Click on *Subscribe to updates* to register and receive a weekly digest of any product information that has changed. For change details, review the revision history included in any revised document.

### 4.2 サポート・リソース

[TI E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、該当する貢献者により、現状のまま提供されるものです。これらは TI の仕様を構成するものではなく、必ずしも TI の見解を反映したものではありません。TI の[使用条件](#)を参照してください。

### 4.3 Trademarks

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

### 4.4 Electrostatic Discharge Caution



This integrated circuit can be damaged by ESD. Texas Instruments recommends that all integrated circuits be handled with appropriate precautions. Failure to observe proper handling and installation procedures can cause damage.

ESD damage can range from subtle performance degradation to complete device failure. Precision integrated circuits may be more susceptible to damage because very small parametric changes could cause the device not to meet its published specifications.

### 4.5 Glossary

[TI Glossary](#) This glossary lists and explains terms, acronyms, and definitions.

## 5 Mechanical, Packaging, and Orderable Information

The following pages include mechanical, packaging, and orderable information. This information is the most current data available for the designated devices. This data is subject to change without notice and revision of this document. For browser-based versions of this data sheet, refer to the left-hand navigation.

## 5.1 Package Option Addendum

### Packaging Information

Orderable Device	Status <sup>(1)</sup>	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan <sup>(2)</sup>	Lead/Ball Finish <sup>(6)</sup>	MSL Peak Temp <sup>(3)</sup>	Op Temp (°C)	Device Marking <sup>(4) (5)</sup>
AFE4432YCHR	ACTIVE	DSBGA	YCH	25	3000	Green (RoHS & no Sn/Br)	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-20 to 85	AFE4432
AFE4432YCHT	ACTIVE	DSBGA	YCH	25	250	Green (RoHS & no Sn/Br)	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-20 to 85	AFE4432

- (1) The marketing status values are defined as follows:

**ACTIVE:** Product device recommended for new designs.

**LIFEBUY:** TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

**NRND:** Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

**PRE\_PROD** Unannounced device, not in production, not available for mass market, nor on the web, samples not available.

**PREVIEW:** Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

**OBSOLETE:** TI has discontinued the production of the device.

- (2) Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS), Pb-Free (RoHS Exempt), or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check [www.ti.com/productcontent](http://www.ti.com/productcontent) for the latest availability information and additional product content details.

**TBD:** The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.

**Pb-Free (RoHS):** TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

**Pb-Free (RoHS Exempt):** This component has a RoHS exemption for either 1) lead-based flip-chip solder bumps used between the die and package, or 2) lead-based die adhesive used between the die and leadframe. The component is otherwise considered Pb-Free (RoHS compatible) as defined above.

**Green (RoHS & no Sb/Br):** TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material).

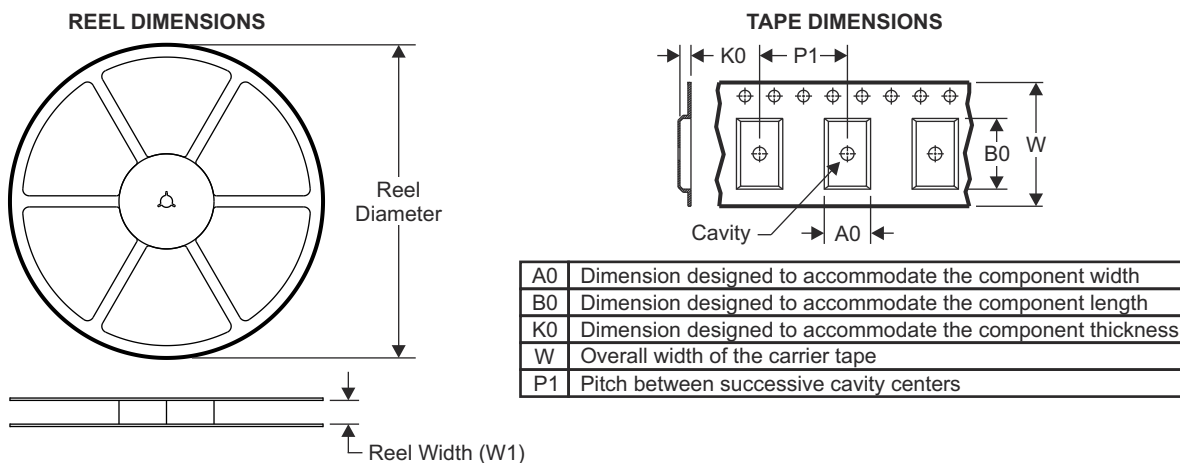
- (3) MSL, Peak Temp. -- The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

- (4) There may be additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category on the device.

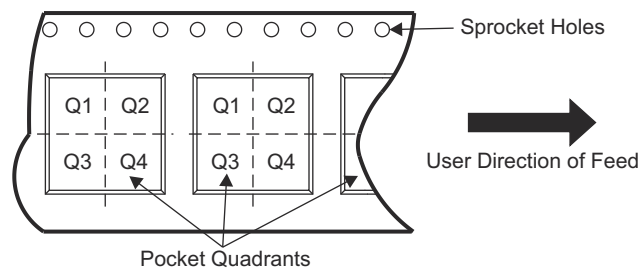
- (5) Multiple Device markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.

- (6) Lead/Ball Finish - Orderable Devices may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead/Ball Finish values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

## 5.2 Tape and Reel Information

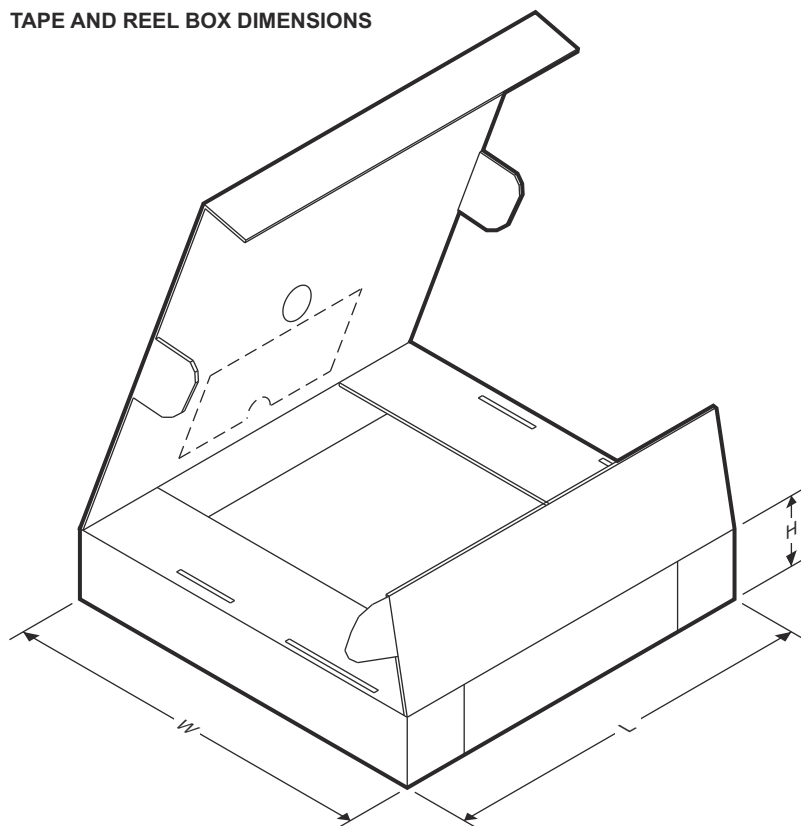


### QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
AFE4432YCHR	DSBGA	YCH	25	3000	128.0	9.2	1.92	2.02	0.48	4.0	12.0	Q1
AFE4432YCHT	DSBGA	YCH	25	250	128.0	9.2	1.92	2.02	0.48	4.0	12.0	Q1

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
AFE4432YCHR	DSBGA	YCH	25	3000	345.0	365.0	55.0
AFE4432YCHT	DSBGA	YCH	25	250	345.0	365.0	55.0

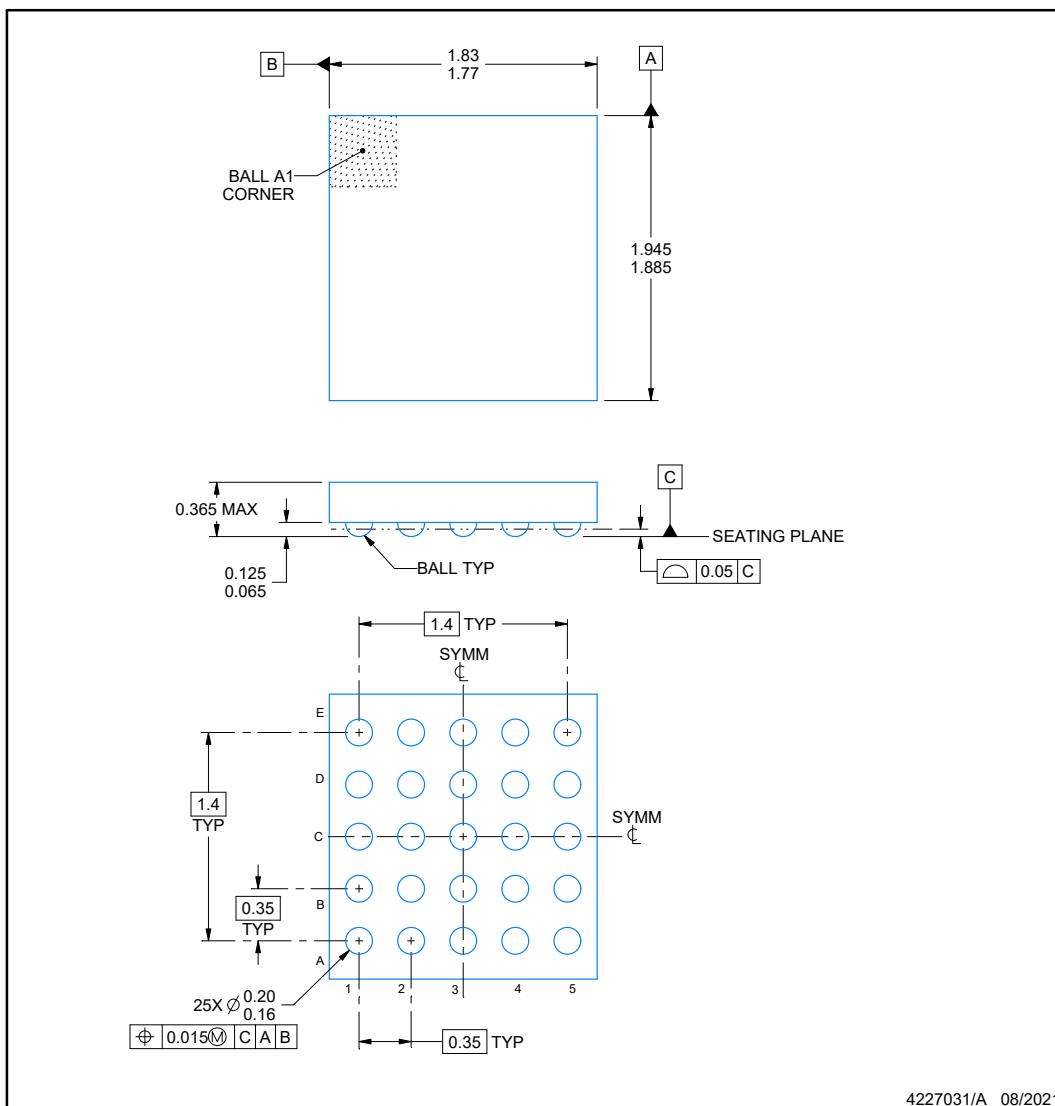
## 5.3 Mechanical Data

### PACKAGE OUTLINE

**YCH0025-C01**

**DSBGA - 0.365 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY

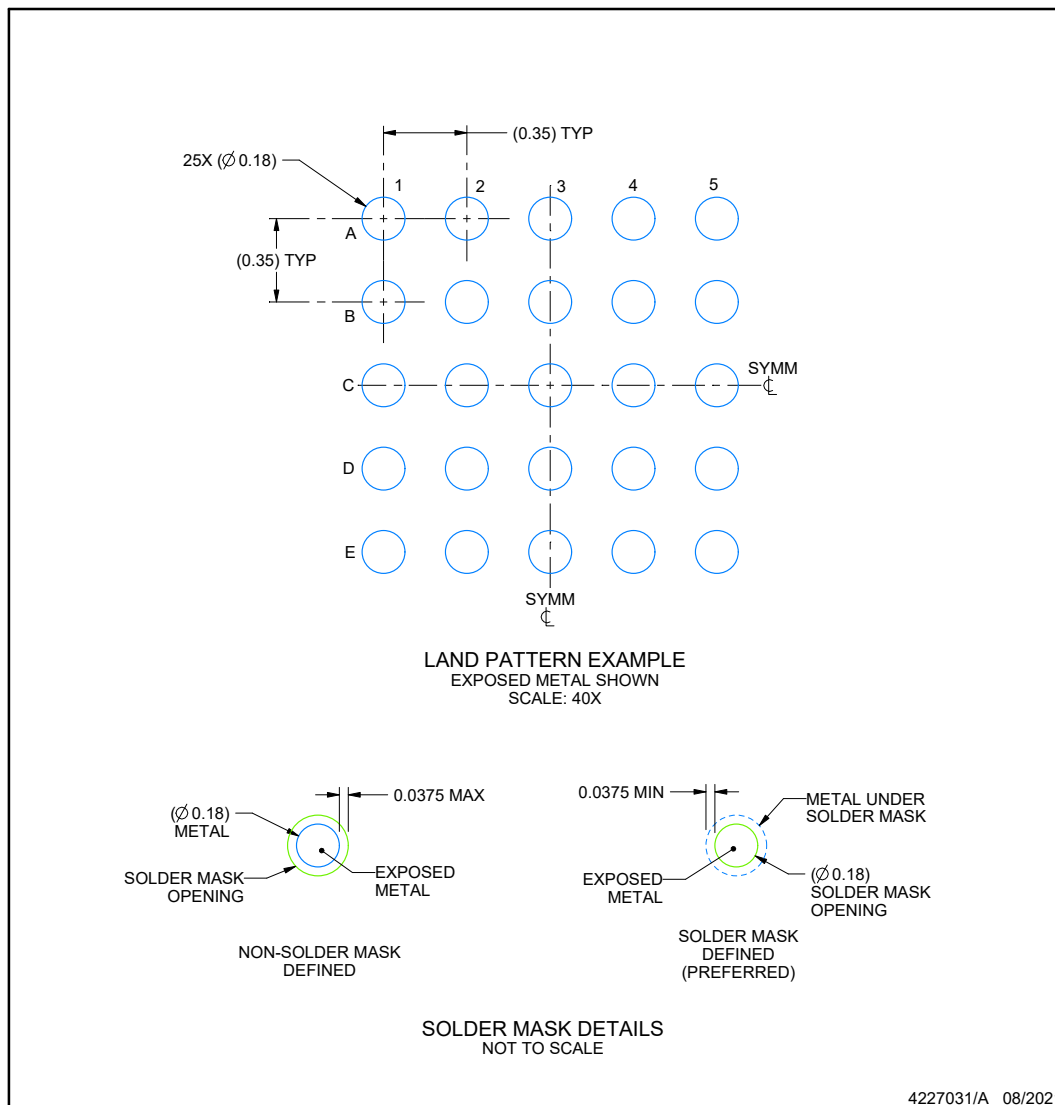


#### NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

**EXAMPLE BOARD LAYOUT****YCH0025-C01****DSBGA - 0.365 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

3. Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints.  
 See Texas Instruments Literature No. SNVA009 ([www.ti.com/lit/snva009](http://www.ti.com/lit/snva009)).

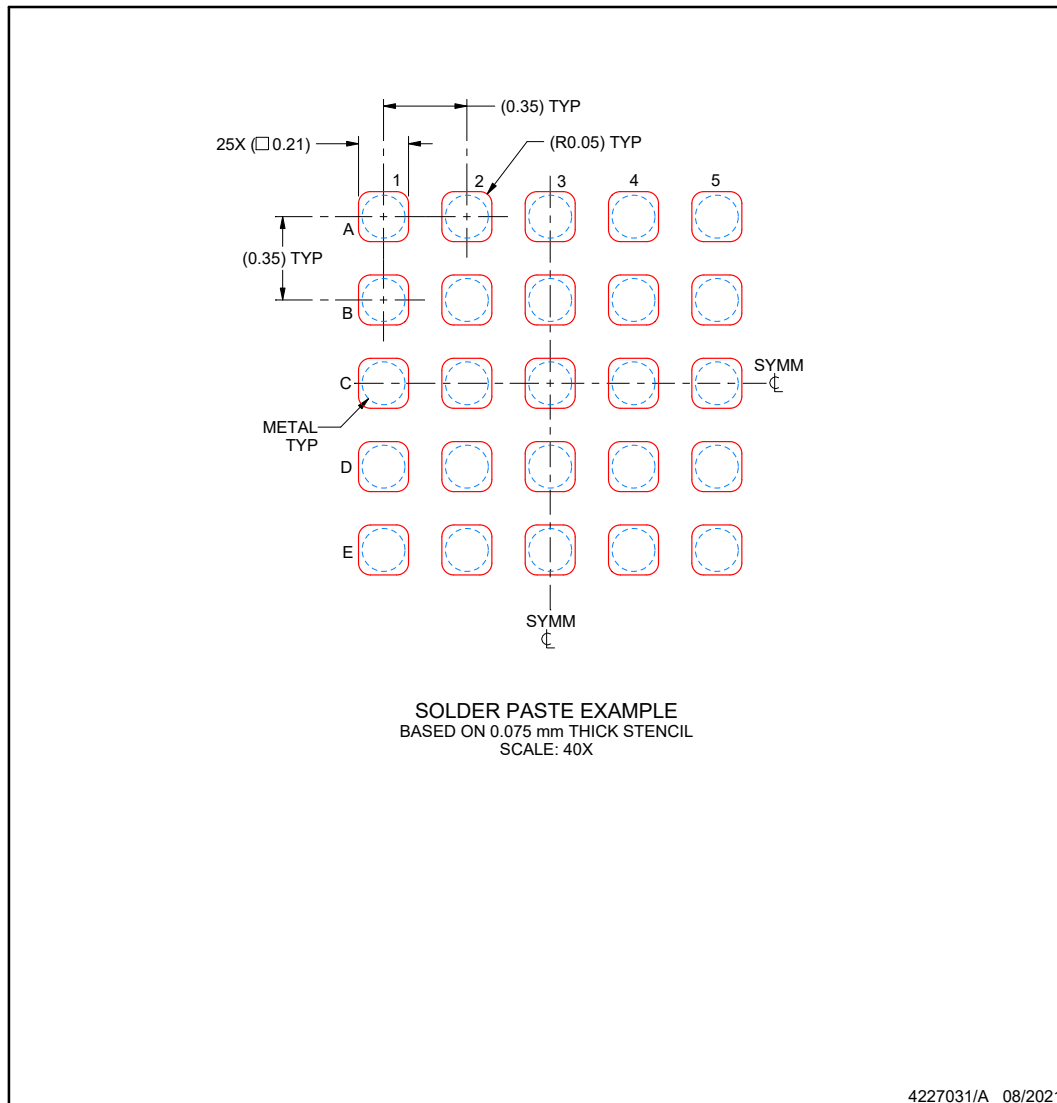


## EXAMPLE STENCIL DESIGN

**YCH0025-C01**

**DSBGA - 0.365 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

## PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package   Pins	Package qty   Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
<a href="#">AFE4432YCHR</a>	Active	Production	DSBGA (YCH)   25	3000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4432
AFE4432YCHR.A	Active	Production	DSBGA (YCH)   25	3000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4432
<a href="#">AFE4432YCHT</a>	Active	Production	DSBGA (YCH)   25	250   SMALL T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4432
AFE4432YCHT.A	Active	Production	DSBGA (YCH)   25	250   SMALL T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4432

<sup>(1)</sup> **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

<sup>(2)</sup> **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

<sup>(3)</sup> **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

<sup>(4)</sup> **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

<sup>(5)</sup> **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

<sup>(6)</sup> **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

**Important Information and Disclaimer:** The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

## 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黙示保証、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、明示的または黙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す。(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、TI は一切の責任を拒否します。

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