

AFE4510 适用于生物阻抗分析、电生物传感和光学生物传感的超小型、集成式 AFE

1 特性

- 提供用于 Bio-Z、EDA、ECG 和 PPG 的集成信号链
- 同步的 ECG 和 PPG 可实现基于 PTT 的 BP
- **Bio-Z 信号采集：**
 - 多频人体阻抗分析，可编程频率高达 250kHz
 - 适用于 EDA/GSR 的低频激励模式
 - 复数 (I, Q) 四极阻抗测量
 - 通过 7 位 DAC 产生正弦波激励
 - 校准方案可补偿电极阻抗，实现准确的 Bio-Z
- **ECG 信号采集：**
 - 频率高达 4kHz 的单导联 ECG 信号采集
 - 模式可配置为 2 通道 ECG
 - INA 增益可编程范围为 1.27 至 12.23
 - RLD 输出通过第三电极设置人体偏置
 - 输入噪声 (0.5Hz 至 150Hz)：增益为 12.23 时为 0.5 μ Vrms
 - 输入阻抗为 >1G Ω ，CMRR>100dB
 - 集成式 370Hz 抗混叠低通滤波器
 - 交流、直流导联脱落检测：1.6nA 至 1 μ A
- **PPG 信号采集：**
 - 采集 24 个 PPG 信号集 (LED, AMB)
 - 支持采用不同数据速率的 PPG 传感器
 - 在 0.5Hz 至 10Hz 频带内的系统 SNR 峰值为 115dB，可实现高精度 SpO₂ 测量
 - 实现低电流持续运行，其典型值为：19 μ A (接收器)
- **PPG 发送器：**
 - 8 位可编程 LED 电流，可调范围为 50mA 至 300mA
 - LED 短路检测
 - 支持 16 个采用共阳极配置的 LED，适用于 SpO₂、OHRM、光谱分析
- **PPG 接收器：**
 - 支持 5 个 PD、4 个并行接收路径
 - 具有可编程带宽的噪声滤波
 - 跨阻增益：3.7k Ω 至 1M Ω
 - 高达 256 μ A 的 8 位环境偏移减法 DAC
 - 高达 64 μ A 的 9 位 LED 偏移减法 DAC
 - ADC 输出端具有数字环境偏移消减

• EDA 信号采集：

- 使用 ECG 接收器实现低功耗连续 EDA 和 PPG 采集
- EDA 和 PPG 采集具有独立数据速率，且下电上电经过优化
- 高精度 EDA 信号链，用于 BIA 信号链的 EDA 点检
- 支持外部时钟和内部振荡器
- 提供并行运行 2 个 AFE 的选项
- 提供将第 5 个 PD 输入配置为通用电压测量通道的选项
- FIFO 深度可存储 384 个样本，支持 SPI™
- 电源：RX：1.7-1.9V，I/O：1.15-1.9V，TX：3-5.5V

2 应用

- 可穿戴设备上的 Bio-Z、ECG、PPG、EDA
- 阻抗谱分析
- 可进行人体成分测量的体重秤
- 电流、电压、阻抗检测

3 说明

AFE4510 是一个多功能信号采集系统，支持采集 PPG、EDA、ECG 和生物阻抗信号。PPG 信号链由 LED 电流驱动器和检测 PD 信号的接收器构成。具有右腿驱动 (RLD) 的 ECG 接收器可以从一对电极采集单导联 ECG 信号。具有集成激励和感应功能的阻抗测量信号链可用于 BIA、EDA 和阻抗谱分析等应用。各种信号链的输出由通用 ADC 进行数字化处理，并存储在可以使用 SPI 接口读出的 FIFO 中

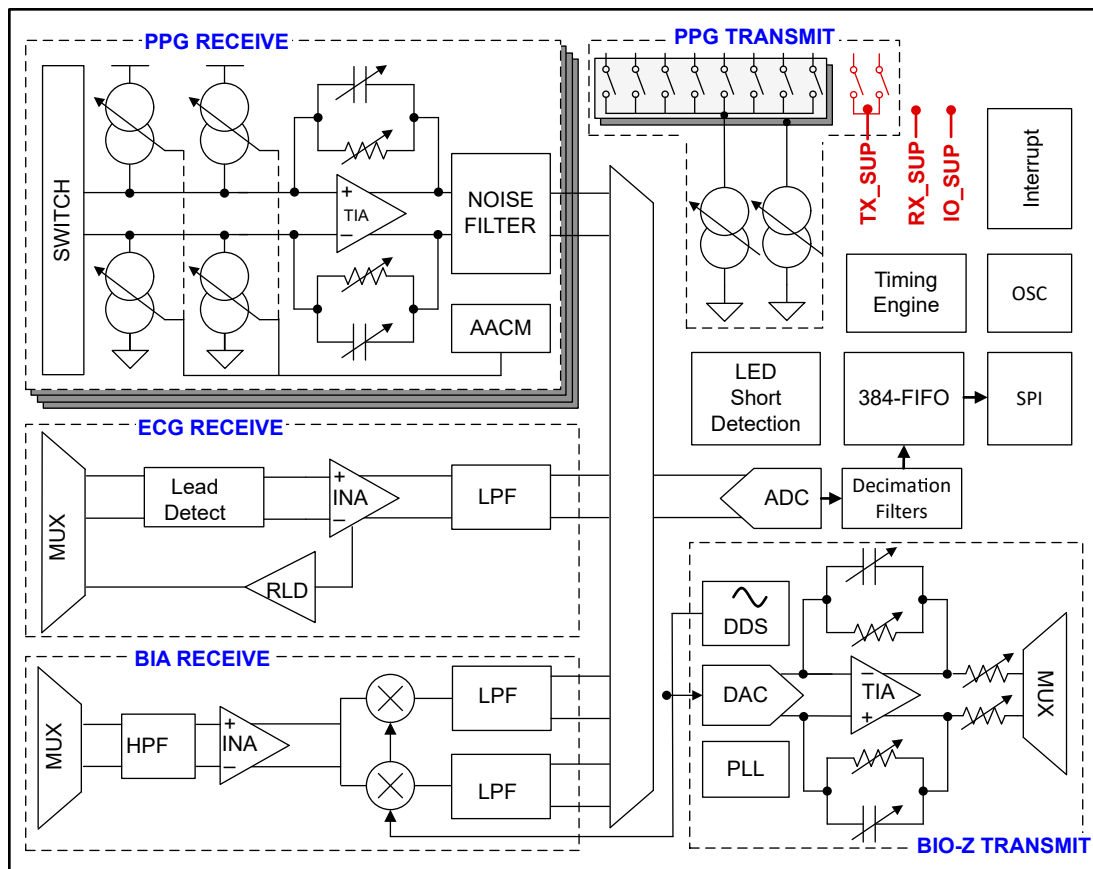
器件信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
AFE4510	DSBGA (42)	2.9mm× 2.6mm

(1) 如需了解所有可用封装，请参阅节 6。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。





简化原理图

内容

1 特性.....	1	4.3 支持资源.....	4
2 应用.....	1	4.4 商标.....	4
3 说明.....	1	4.5 静电放电警告.....	4
4 器件和文档支持.....	4	4.6 术语表.....	4
4.1 此数据表中使用的缩写	4	5 修订历史记录.....	5
4.2 接收文档更新通知.....	4	6 机械、封装和可订购信息.....	5

4 器件和文档支持

TI 提供广泛的开发工具。下面列出了用于评估器件性能、生成代码和开发解决方案的工具和软件。

4.1 此数据表中使用的缩写

Bio-Z：生物阻抗。可替换为需要测量的任何其他阻抗

BIA：生物电阻抗分析/生物阻抗分析。指在一个或多个激励频率下测量和分析生物阻抗。在本数据表中，缩写 **BIA** 和 **Bio-Z** 可互换使用。

ECG：心电图

EDA：皮电活动

GSR：皮肤电反应。可与 **EDA** 互换使用。

HF-BIA：高频生物阻抗分析。

LF-BIA：低频生物阻抗分析

MF-BIA：中频生物阻抗分析

OHRM：光学心率监测

PPG：光电容积描记法

PRF：脉冲重复频率。源自 **PPG** 术语，指 **LED** 打开（脉冲）的速率。还表示一组周期性重复操作的频率，如 **PPG**、**ECG** 和/或 **Bio-Z** 信号的信号采集。

RLD：右腿驱动。源自临床 **ECG** 术语，即通过驱动右腿来设置身体的直流偏置。

4.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击 **通知** 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

4.3 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

4.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

4.5 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

4.6 术语表

TI 术语表

本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

5 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	说明
March 2024	*	初始发行版

6 机械、封装和可订购信息

下述页面包含机械、封装和订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead finish/ Ball material (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
AFE4510YBGR	ACTIVE	DSBGA	YBG	42	3000	RoHS & Green	Call TI	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4510	Samples
AFE4510YBGT	ACTIVE	DSBGA	YBG	42	250	RoHS & Green	Call TI	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4510	Samples

(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.

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) **RoHS:** TI defines "RoHS" to mean semiconductor products that are compliant with the current EU RoHS requirements for all 10 RoHS substances, including the requirement that RoHS substance do not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, "RoHS" products are suitable for use in specified lead-free processes. TI may reference these types of products as "Pb-Free".

RoHS Exempt: TI defines "RoHS Exempt" to mean products that contain lead but are compliant with EU RoHS pursuant to a specific EU RoHS exemption.

Green: TI defines "Green" to mean the content of Chlorine (Cl) and Bromine (Br) based flame retardants meet JS709B low halogen requirements of <=1000ppm threshold. Antimony trioxide based flame retardants must also meet the <=1000ppm threshold requirement.

(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.

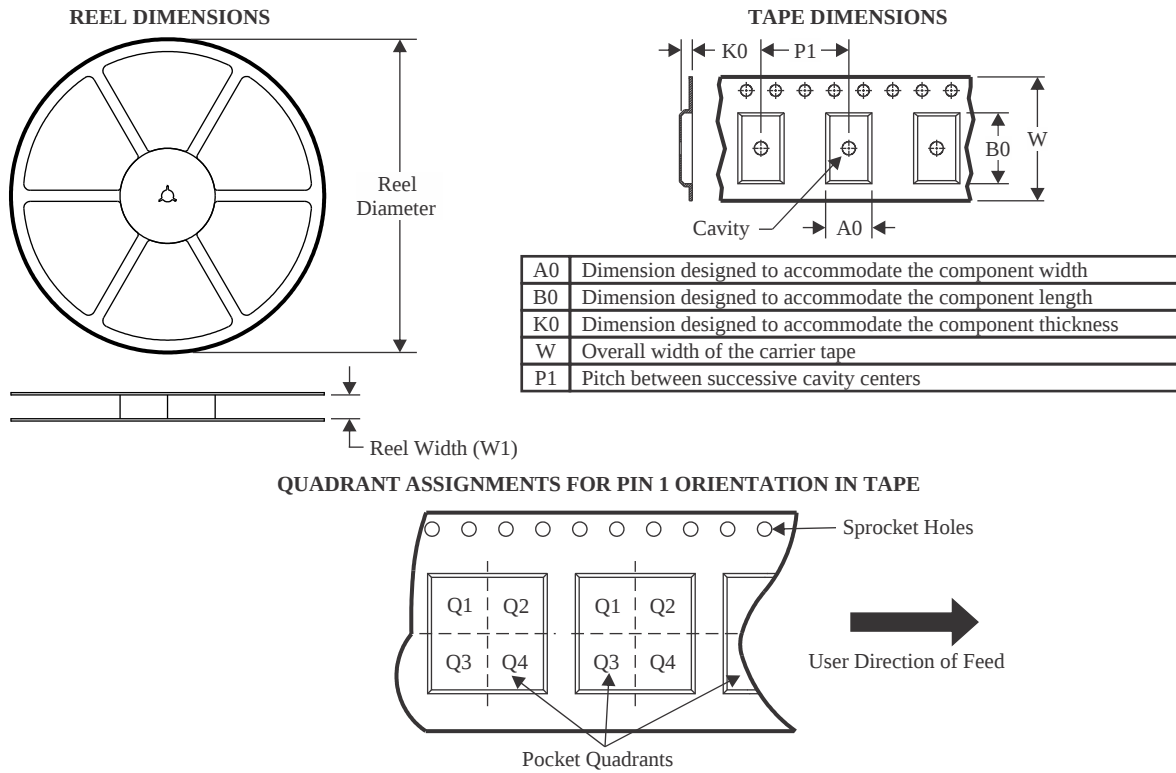
(5) Multiple Device Markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.

(6) Lead finish/Ball material - Orderable Devices 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.

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.

TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

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
AFE4510YBGR	DSBGA	YBG	42	3000	330.0	12.4	2.74	3.14	0.64	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
AFE4510YBGR	DSBGA	YBG	42	3000	345.0	365.0	55.0

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司