Application Brief

经 DLA 批准的 QML 产品优化

简介

MIL-PRF-38535 是针对密封封装和非密封封装集成电路的军用规格标准。该规格涵盖航空航天和国防应用的通用制造要求、质量要求和可靠性要求。目标是在这些高可靠性场景中为质量和性能建立工艺流程基准。德州仪器 (TI) 制定了 QML 产品的规格和要求，以满足根据 MIL-PRF-38535 定义的质量水平。表 1 中列出了 TI 提供的和 DLA 商定的 QML 优化。

QML 类

N 类 – 产品已接受 MIL-PRF-38535 测试并满足其所有适用要求，包括 TI 定义的鉴定测试、筛选测试以及技术合格检验和质量合格检验 (TCI/QCI)，并且采用塑料封装（TI 提供）。

V 类 – 产品已接受 MIL-PRF-38535 测试并满足其所有适用要求，包括鉴定测试、筛选测试以及 TCI/QCI 检验，并且已接受表 1 中 MIL-PRF-38535 测试并满足其所有适用要求（TI 提供）。

P 类 – 非密封塑料封装微电路 (PEM)，符合 MIL-PRF-38535 的所有适用要求，包括鉴定、筛选和 TCI/QCI 检验以及表 1 中的所有适用要求（TI 提供）。

Y 类 – 采用非密封封装的微电路，符合 MIL-PRF-38535 的所有适用要求，包括鉴定、筛选和 TCI/QCI 检验以及表 1 中的所有适用要求（TI 提供）。

Q 类 – 产品已接受 MIL-PRF-38535 测试并满足其所有适用要求，包括鉴定测试、筛选测试和 TCI/QCI 检验（TI 提供）。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

QML 优化

表 1. V 类和 Q 类工艺/测试优化

制造商	规格	测试优化	日期
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	D-8，无盖子扭矩（所有 Cerdip、Cerflat 玻璃密封封装，所有类别）	1993 年 10 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	避免了 100% 老化处理（所有 TTL、LS、STTL 产品系列。所有封装配置。） 仅限 B/Q 级	1994 年 6 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了恒定加速（采用 8、14、16、20 引脚 DIP 封装的所有产品） 仅限 B/Q 级	1994 年 6 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	省去了温度循环（采用 8、14、16、20 引脚 DIP 封装的所有产品）	1994 年 6 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	省去了 100% 高放大率检查（TTL、LS、STTL、ALS HCMOS、F、AS 和 55 系列产品线。所有封装配置） 仅限 B/Q 级	1994 年 6 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了对某些线性产品的 100% 老化处理（如需特定线性产品，请联系 TI 或 DLA 陆地和海上维护） 仅限 B/Q 级	1994 年 9 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	省去了对 alpha V10、alpha I10 的组 A 采样测试和对某些线性产品的各种噪声测试（如需特定线性产品，请联系 TI 或 DLA 陆地和海上维护）	1994 年 9 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	最终电气，25°C（消除了 ALS、AS、FAST、54ABT32316 父器件类型） 仅限 B/Q 级	1995 年 11 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了 100% 老化处理（HCMOS、所有封装） 仅限 B/Q 级	1995 年 2 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了 100% 老化处理 (ALS、AS、FAST) 仅限 B/Q 级	1995 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了 100% 文读循环（所有 CPAK） 仅限 B/Q 级	1995 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了 100% 恒定加速（所有 CPAK） 仅限 B/Q 级	1995 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了 100% -55°C 筛选和 A 组（HC 和 HCT） 仅限 B/Q 级	1995 年 3 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了 100%-55°C 筛选 (ABT、AC、ACT、BCT) 仅限 B/Q 级	1996 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	减少了对 4 Meg DRAM 的老化处理 仅限 B/Q 级	1996 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了物理尺寸 (D1)、耐湿性 (D3)、绝缘电阻 (D3)（适用于台湾和新加坡工厂的所有陶瓷封装）	1996 年 10 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	V 类、P 类、Y 类 消除了读取和记录数据	2000 年 5 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	V 类 X 射线（仅监控玻璃冰箱密封件）	2000 年 5 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	V 类 消除了无损键合拉力	2000 年 5 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	V 类 消除了所有倒装芯片上的 PIND 和离心	2000 年 5 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了 100% 老化处理（选定 DSP/MCU） 仅限 B/Q 级	1996 年 6 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了 100% -55°C 筛选（选定 DSP/MCU） 仅限 B/Q 级	1998 年 6 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	消除了焊接盖器件上的 100% X 射线	2007 年 10 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	QCI B 组子组 1 V 类 36 周窗口内按封装系列作为 Generic Group D QCI 的一部分执行的物理尺寸和内部水汽实验	2000 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	QCI B 组子组 2 V 类 对于溶剂的耐受性、键合强度和模具剪切是按照封装系列进行的通用 B 组 QCI 的一部分，每周进行一次密封。主体 38535 B 组。 100% 封盖前检查涵盖内部目视和机械检查。	2000 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	QCI B 组子组 3 V 类 按封装系列作为通用 B 组 QCI 的一部分进行焊接能力检查，每周密封一次。	2000 年 8 月

English Document: SLVAFT4
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 1. V 类和 Q 类工艺/测试优化 （续）

制造商	规格	测试优化	日期
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	QCI B 组子组 4 V 类 36 周窗口内按封装系列作为通用组 D CQI 的一部分执行铅完整性和密封测试。 消除了针对所有封装系列的盖子扭矩测试	2000 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	QCI B 组子组 5 V 类 作为晶圆批次验收的一部分执行的端点电气、稳态寿命和端点电气测试	2000 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	QCI B 组子组 6 V 类 在 36 周窗口内按封装系列作为通用 D 组 QCI 一部分执行的终端电气、温度循环、持续加速、密封和终点电气参数测试	2000 年 8 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	DS16F95 DS26F31 和 32 DS96F172 到 175 仅限 S/V 级 在方法 2018（SEM 检查）中，对于方法 5007（晶圆批次验收），所需的金属化横截面面积的最小百分比从 50% 降低到 30%	1997 年 6 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	仅限 S/V 级的所有器件型号 方法 5007 的 a. 和 c. 部分减少了从每个晶圆批次到预先指定的溅射金属沉积系统维护事件（例如通风等）的“热稳定性测试”（C-V 图。）	1999 年 10 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	金属罐封装（TO-3、5、39、46） 仅限 B/Q 级 M2001，无需再筛选恒定加速度	1996 年 6 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	仅限 S/V 级的特定器件型号 根据方法 2030 执行的超声波检查，而不是使用覆钨散热片对陶瓷封装进行放射成像	2006 年 11 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	DS26LS31 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2000 年 7 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	LM124 LM139 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2000 年 8 月 2001 年 1 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	LM124、LM124A 仅限 B/Q 级 A-2、A-3 最终电气筛选移至老化处理之前	2002 年 10 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	JL111、LM111 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2002 年 6 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	LM158 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2002 年 11 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	DS96F173 和 175 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2002 年 8 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	JL148、LM148 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2002 年 11 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	LM139、LM139A 仅限 B/Q 级 A-2、A-3 最终电气筛选移至老化处理之前	2003 年 1 月

English Document: SLVAFT4
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 1. V 类和 Q 类工艺/测试优化 （续）

制造商	规格	测试优化	日期
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	LM741 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2003 年 6 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	LM136A 仅限 B/Q 级 A-2、A-3 最终电气筛选移至老化处理之前 可在老化处理之前执行针对 25°C、-55°C、+125°C 和温度系数测试的 LM136 筛选。 针对 -55°C、125°C 的 LM148 筛选移至老化处理之前	2005 年 10 月 2006 年 5 月 2006 年 6 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	LM723 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2003 年 11 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	DS26LS31 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2005 年 12 月
Legacy (National Semiconductor)	MIL-PRF-38535	LM117、JL117 LM119 仅限 B/Q 级 从检验批次筛选到制造批次样品的老化处理时间缩短。寿命测试频率从每年一次增加到每季度一次，可以使用非烧毁器件。	2008 年 5 月

表 2. P/Y 类优化和说明

制造商	规格	测试优化	日期
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535	TI 系统不支持第 3.1 节（第 13-14 页）“塑料封装的标识”中所述的标识。请遵循 TI 标准标识/编号法。实际的产品编号法可在 SMD 中进行记录。	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 IA：筛选程序（第 20 页）	允许 1X 回流，以代替表 IA“TM1010 条件 B、-55/125C、15cy – 非标准流程”中的温度循环。执行 TC 时，必须符合 JESD22-A104 标准。	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 V：D 组（第 37-43 页）D3/TM1010	按照 JESD22- A104 执行 TC，以便与附录 H 和标准工厂规格保持一致。	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 V：D 组（第 37-43 页） D3/澄清	澄清： 根据以下条件之一执行 UHAST： 130C，85%RH – 96 小时 110C，85%RH – 264 小时。 根据注释 18 允许使用。 TI 可以针对 QCI 执行 UHAST 而非 BHAST。根据 MIL-PRF-38535 允许使用。	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 V：D 组（第 37-43 页） D3/澄清	澄清： TI 可以对 UHAST 和 TC 使用不同的单元。根据注释 17 允许使用的选项。	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 V：D 组（第 37-43 页） D3/耐湿性条件	耐湿性符合 JESD22-A118 非偏置 HAST 条件 A 或 B。	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 V：D 组（第 37-43 页） D7/铅涂层粘附	TI 使用内部程序 (QSS 009- 109)。	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 A-III（第 80 页） 涂层厚度	阐明了 NiPdAu 厚度。TI 器件满足下方所示的 NiPdAu 厚度。 镀层厚度（微英寸/微米）： 最小 20/0.51 最大 NS	2023 年 8 月

English Document: SLVAFT4
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 2. P/Y 类优化和说明（续）

制造商	规格	测试优化	日期
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 H-I. 对包含无铅凸点的覆晶封装进行封装工艺技术测试 [第 196 页]	包含无铅凸点的覆晶： 用以运行 JESD22- A101 (THB) 或 A110（偏置 HAST）的偏置湿度选项条件： • 85C/85% 相对湿度，1000 小时或 • 130C/85% 相对湿度，96 小时或 • 110C/85% 相对湿度，264 小时 热冲击不适用于有机基材。	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 A.3.5.5.2 内部导线尺寸和材料	澄清： QML P 器件可以使用 0.96mil（0.00096 英寸）导线	2024 年 10 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 A.3.5.1	塑料封装本身使用有机或聚合材料（粘合剂、模塑化合物、填充材料、有机基材等）。 密封封装可以使用有机材料（例如：芯片/盖贴装和聚酰亚胺）。 器件规格中可能未指定材料。但是，材料已与资格认证活动共享。	2025 年 4 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 A.3.5.5.2	塑料封装内部引线金属与裸片金属化金属不同。内部引线金属为 Au，而芯片金属化金属可能不同（例如，Al、BOAC 或 METDCU）。	2025 年 4 月

表 3. 新封装技术优化的鉴定测试计划和说明

制造商	规格	测试优化	日期
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 H-IA.采用密封封装（Q 类、V 类）和非密封封装（Y 类）的封装工艺技术测试。[197-198]	Q 类、V 类、Y 类（覆晶）： 最终封装测试 高温存储 TM 1008（在 +150°C 下为 1,000 小时）或 JESD 22 A103（在 +150°C 或等效温度下为 1,000 小时）。	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 H-IIA.采用密封封装（Q 类、V 类）和非密封封装（Y 类）的技术特性测试 [200-202]	Q 类、V 类、Y 类（覆晶）： 组 2： a. 热冲击（不适用） b. 温度循环 TM 1010，条件 C，100 个周期或 JESD22-A104 c. HAST（偏置）JESD22-A110 或 THB JESD22-A101 d. 目视检查 TM 1010 和 TM 1004 目视标准 e. 不适用	2023 年 8 月
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 H-IB.对于塑料封装的封装工艺技术测试（N 类、P 类）	N 类、P 类： 第 3 组：根据以下某项进行温度循环： - 55/125C，700 周期（产品发布）、1000 周期（技术发布）或 -65/150C、500 周期（产品发布）、1000 周期（技术发布）。 第 5 组高温 根据 JESD 22 A103 执行的存储 烘烤 150°C、1,000 小时或等效温度。	2023 年 8 月

English Document: SLVAFT4
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 3. 新封装技术优化的鉴定测试计划和说明（续）

制造商	规格	测试优化	日期
德州仪器 (TI)	MIL-PRF-38535 表 H-IIB.采用塑料封装（N 类、P 类）的技术特性测试	N 类、P 类： 第 2 组符合制造商规范或 JEDEC JSTD- 020/ JESD 22-A113 的湿敏等级 第 3 组 b. 偏置 HAST（130C/85%RH/96，192 小时）或（110C/85% RH/264，528 小时）或（85C/85%RH/1,000，2,000 小时），符合 JESD22-A110/ JESD22-A101 第 6 组铅完整性 - 对于塑料封装，TI 使用内部测试方法 QSS 009-134。TM 不适用于塑料封装。对于修整和外形引线式封装，根据测试方法 2004 第 3.2 节，这不适用 第 7 组 - 可以按照 J-STD-020/JESD 22-A113 执行 MSL 测试，而不是这个测试。 第 9 组 - 不执行真菌测试。 第 12 组 – 基于建模的热特性。	2023 年 8 月

表 4. QML 产品的一般优化和说明

制造商	规格	测试优化	日期
德州仪器 (TI)	MIL-STD-883 TM 5007 表 I. 晶圆批次验收测试（2. 金属化厚度与 5.钝化厚度）	批准的替代嵌入式方法记录晶圆批次验收要求的读数： 片电阻嵌入式测量（#2 金属化厚度） 氧化物/氮化物嵌入式测量（#5 玻璃钝化/钝化 (PO) 厚度）	23 年 12 月

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

English Document: SLVAFT4
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

重要通知和免责声明

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出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 产品的相关应用。 严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司