

热设计（基础篇）

何谓热设计？

在电子设备的设计中，小型化、高效率化、电磁兼容性（EMC）对策、热对策正在成为几个重要的课题。“热”关系到元器件和设备的性能、可靠性以及安全性，因此一直以来都是重点讨论的事项之一。本应用笔记介绍了以在电子设备中使用的 IC 和晶体管等半导体元器件为前提的热设计基础。

何谓热设计？

在半导体器件中，封装内的芯片温度、即结温（接合部温度）的最大额定值被规定为 T_{JMAX} 。当进行电子设备设计时，需要考虑器件的发热情况和周围环境温度条件，以使器件温度不超过 T_{JMAX} 。因此，对于设计中使用到的所有半导体器件，都需要进行热计算，判断是否会超过 T_{JMAX} 。当超过 T_{JMAX} 时，需要采取降低功耗、重新进行散热设计等措施，将 T_J 控制在最大额定值的范围以内。

当然，在电子设备中不仅仅会用到半导体器件，还会用到电容器、电阻器、电机等各种各样的电子元器件，这些元器件各自都有关于温度、以及功耗的最大额定值。在进行设计时，对于构成设备的所有电子元器件，都必须做到实际使用条件不能超过器件与温度相关的最大额定值。

在设计初期阶段进行热设计的必要性

如果在设计初期阶段，没有进行热设计并采取热相关对策的话，有可能在产品的试生产阶段，甚至在量产前夕，才发觉存在热导致的问题。不仅仅针对热，对于其他问题也是一样，当采取对策的时机越靠近量产，则花费的时间和成本就会越多，可能成为导致出货延期而丧失机会的大问题。最严重的情况是产品流向市场后发生问题，导致被迫召回，或者发展为信用问题。

热导致的问题，可能会造成产品的故障、冒烟或者起火、甚至发展到火灾等涉及到人的生命安全的问题，因此从根本上来说热设计是非常重要的。由此，从初期阶段开始就必须进行切实的热设计。

热设计的重要性在不断提高

近年来，电子设备的小型化、高性能化成为了必然的技术要求，因此高度集成化在不断地发展。具体而言，使用的器件数量在增加，基板上的贴装密度得到提高，机壳的尺寸也变得更小。因此，发热密度在大幅地上升。

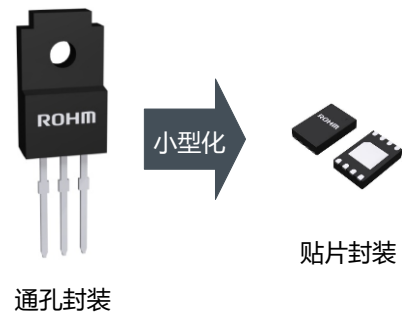
我们必须认识到，随着技术趋势的变化，热设计也变得比以前更加苛刻了。如前文所述，不仅仅对于电子设备、对于电子元器件也被要求“小型化”和“高性能化”，并要求具有“设计性”，因此热对策成为了一项重大课题。热设计与设备的可靠性和安全性、以及总体成本削减都有关系，因此其重要性在不断提高。

技术趋势的变化和热设计

近年来，技术趋势的焦点是“小型化”、“高性能化”、“设计性”。接下来会阐述这些技术趋势将会对热和热设计带来什么影响。

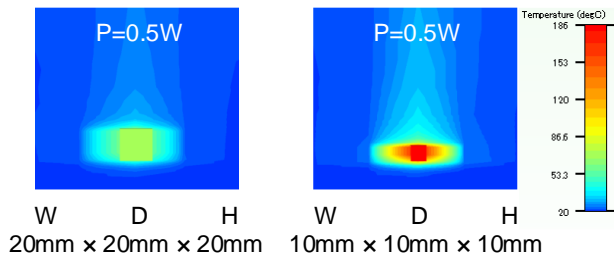
“小型化”

随着电子设备的小型化要求，IC、贴装基板、以及电容器等其他器件的小型化也在不断地发展。在半导体器件的小型化中，例如，以往封入 TO220 那样较大的通孔封装中的 IC 芯片，被封入小型贴片封装中的情况，现如今并不少见。

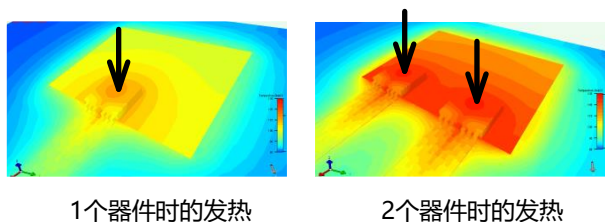


另外，不断涌现出提高集成度的新方法。例如，把多个芯片封装在同一个模块里，或者把多种功能高度集成到同一个芯片上，从而提高功能-面积比。如上所述的器件小型化和高度集成化，会加剧发热。

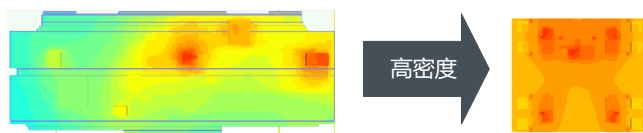
下图是封装小型化的示意图。在热成像图中，左右两侧器件的功耗相同，左侧为20×20×20mm封装，右侧为10×10×10mm封装。可以很明显的看出在小封装中，表示高温的红色部分更加集中，也就是说，小封装的发热较大。



之后是高度集成化的例子。在相同尺寸的基板上，对比了搭载1个器件（左侧）和搭载2个器件（右侧）的情况，可以看出温度的差异非常明显。



进一步地，把小型化、高度集成化的器件，在小型化的基板上，进行高密度、并且双面贴装的情况也在发生。



在高密度贴装中，贴片封装的器件向基板进行散热的有效散热范围变少，从而导致发热加剧。当机壳内部的环境温度变高时，可以进行耗散的热量将会减少。结果导致以往只在发热器件的周围产生高温，如今基板整体都会变成高温。这样一来，就连发热量较少的器件的温度也会上升。

“高性能化”

为了提高电子设备的性能，经常需要增加电子元器件、使用集成度更高和性能更好的IC，进一步地需要进行信号的高速处理、以及信号的高频化处理等。以上做法通常会增加功耗，结果导致发热量增加。另外，在高频应用中，为了抑制辐射噪声，很多时候会使用屏蔽。在屏蔽内部热量会发生聚集，因此对于屏蔽内部的器件来说，温度条件会发生恶化。进一步地，以提高性能为理由来增大设备的尺寸通常是比较难的，因此会变成如前文所述的高密度贴装状态，机壳内部的温度会变高。

“设计性”

为了实现产品差异化和美学宣传，重视设计性的产品、进一步地以设计性优先的产品变得越来越多。这样做的弊端，是由于过度的高密度贴装、或者由于没能实现合适的散热，使得机壳温度过高从而发生问题。器件为了提高设计性、即提高外形的自由度，会如前文所述做小型化或者低背化的对应，更进一步地以设计性优先的情况也很多。

如前所述，随着“小型化”、“高性能化”、“设计性”的技术趋势的发展变化，元器件的发热量增加了，散热却反而变得更加困难了。因此，热设计的条件和要求更加苛刻了。这些确实是比较大的问题，但是除此之外，还有一点需要讨论。

一般来说，在设计电子设备时，对于需要遵守的热设计要求，公司都会有相关的评价标准。如果该评价标准已经过时，没能根据现在的技术趋势进行重新评估，那么该标准本身就会成为问题。当不进行相关讨论导致所遵守的标准是没有考虑现状的标准时，有可能会产生较大的问题。

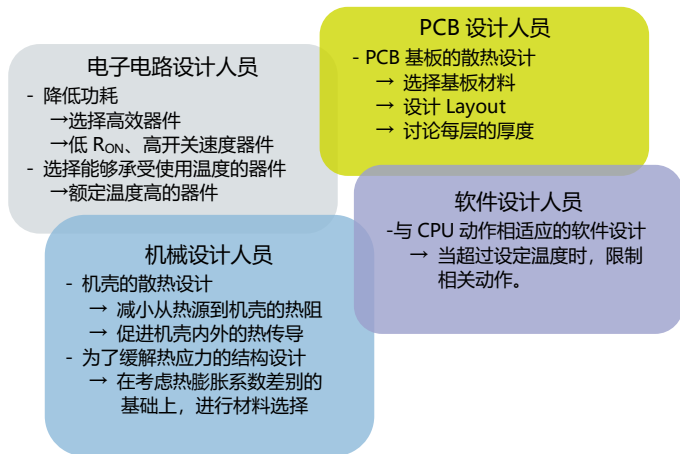
为了应对技术趋势的变化，也需要对热设计的评价标准进行重新评估。

热设计的相互理解

产品开发会涉及电子电路的设计人员、贴装基板 (PCB) 设计人员、机械设计人员、软件设计人员等。一直以来, 这些设计工作都是由专门的设计人员或者相关部门各自负责、分担完成。例如, 电子电路的设计人员会选择符合产品规格的器件并进行电路设计; 软件设计人员会设计为了驱动硬件所需要的相关软件; 贴装基板的设计人员会对器件配置、Layout、基板尺寸等进行考虑并进行基板设计; 另外, 机械设计人员会进行外壳和结构的相关设计。

在这种情况下, 当考虑如今所希望实现的热设计时, 如果各个设计者没能在自己所负责的设计内容中加入热设计的相关内容, 或者无法将自己设计的部分和其他设计者进行共享并达成统一时, 是很难制作出热设计最优化的产品的。

例如, 为了对应设备的小型化、静音化的技术趋势和降成本的要求, 需要讨论不使用风扇这一产品规格。当有风扇时, 一般来说与机壳内部冷却相关的负责人是机械设计人员, 但是当不使用风扇时, 需要由哪位设计者来处理冷却问题呢? 以下图例, 列出了各个设计者可能涉及的热设计相关的工作内容。



通过以上内容应该很快可以发现, 是各个设计人员在各自的工作范围内, 或者通过减少器件发热, 或者通过增加散热手段, 之后通过将各个设计人员的对策联系在一起, 最终达成了不使用风扇的设计目标。在此过程中, 如果没有相互沟通, 通常很难进展下去, 如果没有相互理解, 想法就无法最终得以实现。另外在此过程中, 也有可能发现仅在自己的工作范畴内无法注意到的问题, 从而得出更高效的解决方案。

通过相互理解实现热设计最优化带来的好处

有一个名词叫做“设计品质”。简单来说, 如果能够按照设计内容顺利试生产, 不发生问题并在短期内实现量产, 并且在流向市场后也不发生问题, 这样的设计被称为高品质的设计。不仅仅限于热设计, 这是每个设计人员都希望达成的目标。提高设计品质是很重要的, 为了实现这一点, 除了需要做到如前文所述的满足现代要求的热设计、确立评价标准、热设计的相互理解之外, 对于热设计还必须做到“认真对待”。

现实中可能存在人手不足或者成本优先等诸多问题, 提高设计品质对于最终解决这些问题也是密切相关的。当设计品质得到提高时, 如下图所示可以减少试生产的次数, 这是很大的成本节约, 通过减少重复作业, 不仅仅可以降低成本, 也可以节约人力资源。



Notes

- 1) The information contained herein is subject to change without notice.
- 2) Before you use our Products, please contact our sales representative and verify the latest specifications :
- 3) Although ROHM is continuously working to improve product reliability and quality, semiconductors can break down and malfunction due to various factors.
Therefore, in order to prevent personal injury or fire arising from failure, please take safety measures such as complying with the derating characteristics, implementing redundant and fire prevention designs, and utilizing backups and fail-safe procedures. ROHM shall have no responsibility for any damages arising out of the use of our Products beyond the rating specified by ROHM.
- 4) Examples of application circuits, circuit constants and any other information contained herein are provided only to illustrate the standard usage and operations of the Products. The peripheral conditions must be taken into account when designing circuits for mass production.
- 5) The technical information specified herein is intended only to show the typical functions of and examples of application circuits for the Products. ROHM does not grant you, explicitly or implicitly, any license to use or exercise intellectual property or other rights held by ROHM or any other parties. ROHM shall have no responsibility whatsoever for any dispute arising out of the use of such technical information.
- 6) The Products specified in this document are not designed to be radiation tolerant.
- 7) For use of our Products in applications requiring a high degree of reliability (as exemplified below), please contact and consult with a ROHM representative : transportation equipment (i.e. cars, ships, trains), primary communication equipment, traffic lights, fire/crime prevention, safety equipment, medical systems, servers, solar cells, and power transmission systems.
- 8) Do not use our Products in applications requiring extremely high reliability, such as aerospace equipment, nuclear power control systems, and submarine repeaters.
- 9) ROHM shall have no responsibility for any damages or injury arising from non-compliance with the recommended usage conditions and specifications contained herein.
- 10) ROHM has used reasonable care to ensure the accuracy of the information contained in this document. However, ROHM does not warrants that such information is error-free, and ROHM shall have no responsibility for any damages arising from any inaccuracy or misprint of such information.
- 11) Please use the Products in accordance with any applicable environmental laws and regulations, such as the RoHS Directive. For more details, including RoHS compatibility, please contact a ROHM sales office. ROHM shall have no responsibility for any damages or losses resulting non-compliance with any applicable laws or regulations.
- 12) When providing our Products and technologies contained in this document to other countries, you must abide by the procedures and provisions stipulated in all applicable export laws and regulations, including without limitation the US Export Administration Regulations and the Foreign Exchange and Foreign Trade Act.
- 13) This document, in part or in whole, may not be reprinted or reproduced without prior consent of ROHM.



Thank you for your accessing to ROHM product informations.
More detail product informations and catalogs are available, please contact us.

ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.com.cn/contactus>