Miniaturization

小型化

['小型化']

In electronics, everyone has seen the beneficial impact of miniaturization. Exponential increases in computing power and ever-decreasing package sizes are evident in the evolution of cell phones, MP3 players, laptops and a whole host of other electronic devices. Historical trends have followed Moore's Law, which predicts that the number of transistors on integrated circuits doubles every 18 months. Feature sizes on current computer chips are now measured on the nanometer scale. Can thermoelectrics benefit from this type of scaling? “Smaller” and “more powerful” are generally positive attributes, but what are the implications unique to thermoelectrics when it comes to miniaturization and scaling?

--------------------------------------------------

在电子学中，每个人都看到小型化的有益影响。在手机、MP3播放器、笔记本电脑和其他电子设备的发展过程中，计算能力的指数增长和不断减小的包装尺寸是显而易见的。穆尔的定律预测了集成电路晶体管的数量每18个月翻一番。目前计算机芯片上的特征尺寸现在是在纳米尺度上测量的。能热电从这类规模效益？“小”和“更强大的”一般都是正面的，但有什么意义独特的热电说到小型化和尺度？

--------------------------------------------------

在电子产品方面，每个人都看到了小型化的有益影响。在手机、MP3播放器、笔记本电脑和其他许多电子设备的发展过程中，计算能力的指数增长和不断减少的包装尺寸是很明显的。历史趋势遵循了摩尔定律，该定律预测集成电路中的晶体管数量每18个月翻一番。现在的计算机芯片上的特征尺寸是用纳米尺度来测量的。热电能从这种类型的扩展中获益吗?“更小”和“更强大”通常都是积极的属性，但当涉及到小型化和缩放的时候，对于热电系统来说，它的意义是什么呢?

First, let’s consider the dimensions of the thermoelectric elements themselves. The length to area (L/A) ratio dictates the maximum current (Imax) and the heat pumping capacity of the element. In theory, a thermoelectric device consisting of many couples can be scaled up or down in size, and as long as the number of couples and thermoelectric element L/A ratio are maintained, the devices will have equivalent performance. This allows the thermoelectric designer to tailor the thermoelectric device to the specific size and heat pumping needed for a given application.The degree of miniaturization is a strong function of the type of thermoelectric material used. Production of traditional commercial bulk devices have historically used melt-grown, polycrystalline Bi2Te3 alloys. Polycrystalline Bi2Te3 has some unique characteristics. First, ingots are grown with well-aligned crystals to achieve the best thermoelectric properties. However, these well-aligned crystals are held together with very weak Van der Wal bonds. Production of short elements necessitates thin wafers (less than ~0.75 mm) and those sliced from melt-grown ingots have a tendency to crack and break along their weak crystalline planes. Thicker wafers are less likely to cleave or break along these planes due to the polycrystalline nature of the material.Newer, fine-grain Bi2Te3 alloys do not suffer from these weak cleavage planes, and much smaller dimensions are possible. Many commercially available fine-grain materials, however, lose performance (lower ZT) relative to their crystalline counterparts. Such is not the case with II-VI Marlow’s Micro Alloyed Material (MAM). MAM provides the highest thermal performance and enables the design engineer to produce virtually any size thermoelectric element needed for a given thermoelectric application.

--------------------------------------------------

首先，让我们考虑一下热电元件本身的尺寸。长度的面积（L / A）比率决定了最大电流（IMAX）和元素的热泵能力。从理论上讲，由许多对组成的热电器件可以按比例放大或缩小，只要维持热电偶和热电元件的数量，器件就具有同等性能。这使得热电设计者可以将热电装置调整到特定应用所需的特定尺寸和热泵。传统商业散装设备生产历来使用多晶Bi2Te3合金熔体中生长。多晶材料具有一些独特的特征。首先，铸锭生长良好排列的晶体，以达到最佳的热电性能。然而，这些排列良好的晶体是用非常弱的Van der Wal键结合在一起的。生产短的元素必须薄晶圆（小于0.75毫米）和那些切片从熔体生长锭有一个倾向，裂纹和打破沿他们的薄弱晶面。厚片不容易切割和打破这些飞机由于材料的多晶性质。更新、细晶Bi2Te3合金不遭受这些弱的解理面，和更小的尺寸是可能的。许多市售的细晶粒材料，然而，失去的性能（低ZT）相对于结晶。这样是不是与II-VI马洛的微案例合金材料（MAM）。妈妈提供了最高的热性能，使设计工程师几乎产生任何大小热电元件需要一个给定的热电应用。

--------------------------------------------------

首先，让我们考虑一下热电元件本身的尺寸。长度到面积(L/A)比规定了最大电流(Imax)和元素的热抽运能力。从理论上讲，由许多夫妇组成的热电装置可以按比例放大或缩小，只要夫妻数量和热电元素L/ a比例保持不变，设备就会有相当的性能。这使得热电设计器可以根据给定的应用程序的特定大小和热泵来调整热电装置。微型化程度是热电材料的一种强函数。传统的商业散装设备的生产历史上使用的是熔融的、多晶硅的Bi2Te3合金。多晶Bi2Te3具有一些独特的特性。首先，钢锭生长与排列良好的晶体，以达到最佳的热电性能。然而，这些排列整齐的晶体与非常弱的范德华键结合在一起。短元件的生产需要薄的晶圆(小于~0.75毫米)，而那些从熔融的钢锭中切出的薄片有裂纹和断裂的倾向。由于材料的多晶性质，较厚的晶片不太可能沿着这些平面分裂或断裂。较新的、细粒度的Bi2Te3合金不受这些弱解理面的影响，而且尺寸小得多。然而，许多商业上可用的细颗粒材料，相对于它们的晶质材料，性能下降(低ZT)。这种情况与II-VI Marlow的微合金材料(MAM)不同。MAM提供了最高的热性能，并使设计工程师能够生产出任何一个给定的热电应用所需要的任何尺寸的热电元件。