

让手机更精彩！



高频电路 / 高频模块用

积层芯片电感器 MLG0402Q/MLG0603P

MLG0402Q/MLG0603P



高精度积层技术使小型化和 High-Q 的两立成为可能

随着手机的小型化、多功能化，对于用于高频电路 / 高频模块中的积层芯片电感器也有小型化和高 Q 特性的要求。我们进一步深化长年积累的 LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramic) 多层基板加工技术，在尺寸为 0402 (0.4×0.2mm) 以及 0603 (0.6×0.3mm) 的极小的芯片元件上，用前所未有的高精度位置控制技术成功地研制成了全新设计的内部电极。实现了高 High-Q 特性的，正是积层芯片电感器 MLG0402Q 以及 MLG0603P 系列。

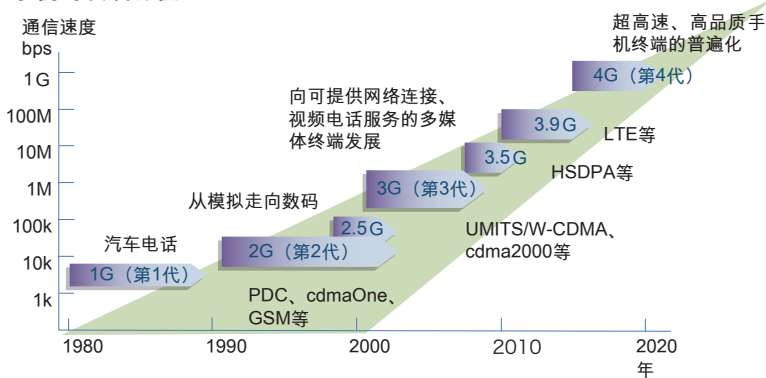
手机已进化成为多媒体终端

可携带的手机问世以来大约有 20 年了。当今手机搭载了照相装置、网络连接、电子货币、网络电视 (one segment)、视频电话等各种功能, 已大大地超过通信设备的功能, 持续向高度多媒体终端发展。

据估计, 目前全球手机用户约有 50 亿 (推算)。由于新兴国家需求增大, 预计于 2011 年, 手机的全球普及率将达到 70%。

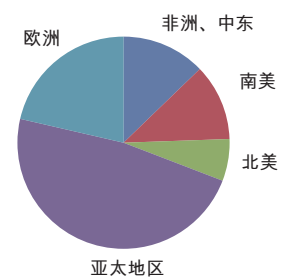
按全球规模来看, 2G (第 2 代) 的一种制式、GSM 制式的手机占大半。而在以日本为首的手机先进国家, 3G (第 3 代)、3.5G (第 3.5 代) 为主流。于 2010 年, 3.9G (第 3.9 代) 的制式 LTE (Long Term Evolution) 也开始被投入市场。另外, 通信速度达到 1Gbps 的超高速 4G (第 4 代) 手机的标准化也正在被推进。

□手机的发展历程



□手机用户按地区分布比重 (估算)

《全球手机用户约有 50 亿 (截止 2010 年现在、推算)》



积层芯片元件为手机的小型化做贡献

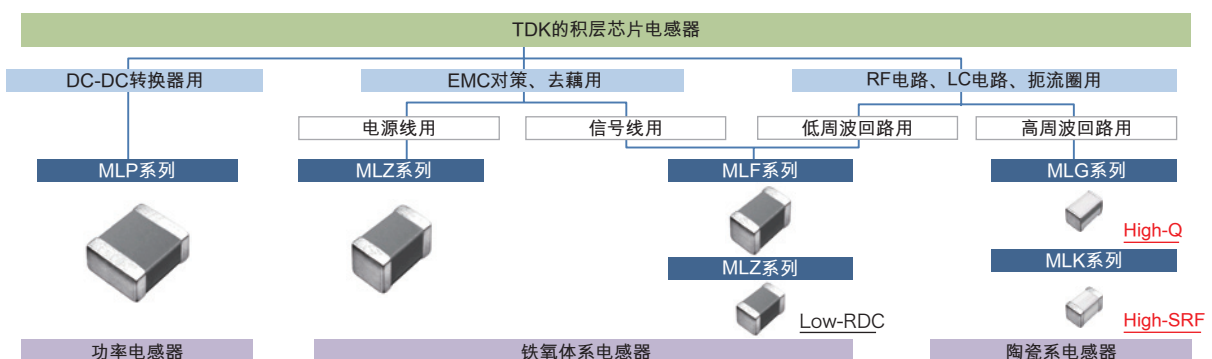
手机的前身是出现在 1985 年前后的大哥大, 携带时需挂在肩上, 重量超过 3 公斤。继后手机达到了惊人的小型、轻量化。在这过程中, 芯片元件做出了巨大贡献。手机上搭载的积层陶瓷芯片电容器多达大约 200 个。同样容量的积层陶瓷芯片电容器, 在 1980 年代尺寸是 3216 (3.2×1.6mm), 而现在只有 0603 (0.6×0.3mm) 甚至 0402 (0.4×0.2mm), 达到了小型化。

电感器 (线圈) 和电阻器、电容器一起被称为是构成电子设备的 3 大被动元件。SMD 型 (表面贴装元件) 电

感器尽管其使用量没有积层陶瓷芯片电容器那么多, 可它被广泛使用在手机的电源回路、过滤器回路以及高频回路等处, 种类繁多。

电感器按制法不同分成卷线型、积层型以及薄膜型等, 按用途不同分成电源系和信号系两大类。在需要输送大电流的电源回路上, 主要使用在铁氧体鼓型磁芯上缠上导线的卷线型以及积层型的功率电感器。而在滤波器电路和高频回路上, 主要使用有利于小型化的积层芯片电感器。

□TDK的积层芯片电感器的主力产品及其类型



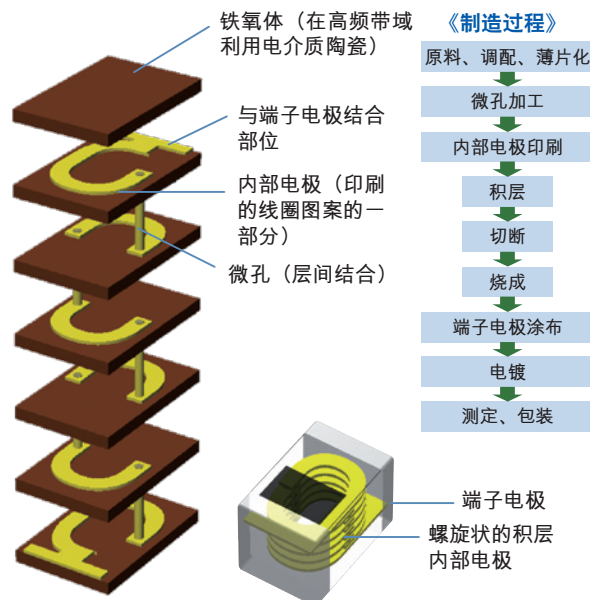
划时代的积层工艺成功制成无卷线线圈

积层芯片电感器是在铁氧体以及特殊的陶瓷薄片上用金属浆料（一般是银）印刷成线圈的图案，并将此薄片多层叠压在一起，制成螺旋状内部电极。该制法无需在磁芯上缠线，而是通过积层工艺立体制成线圈，适用于产品的小型化与量产化。这是 TDK 于 1980 年领先全球开发的划时代的工艺。

给一个线圈通入电流，线圈就会产生磁力线。衡量线圈产生磁力线能力的物理量叫电感（L）。电感和线圈的卷数平方、截面积成正比，后者越大电感也越大。另外，使用透磁率高的铁氧体做磁芯，电感也会增大。这是因为透磁率越高磁芯收集磁力线的能力越强。

高频电路用的积层芯片电感器常常使用电介质陶瓷薄片，而不是铁氧体薄片。这是由于在数 100MHz 以上的高频带域，铁氧体损耗过大，无法得到高 Q 值。

□积层芯片电感器的结构以及制造过程



高频用电感器需具有低损耗和高 Q 值特性

Q 是 Quality Factor（质量系数）的简称。线圈能顺利地通过直流电流，但对于交流电流却会起到电阻一样的作用。这叫诱导性电抗，它随交流电频率的增高而增大。

另外，卷线虽是导体，但有一定的电阻成份（R）。这个电阻成份和对应频率的电感的比叫损耗系数（ $R/2\pi fL$ ），而其反数就是 Q 值（ $Q=2\pi fL/R$ ）。f 是指流通于线圈内的电流的频率，Q 值随着频率变化而变化。

简单说来，Q 值越高损耗就越低，作为高频用电感器，其特性也就越优异。

随着手机的多功能化发展，其电池的消费电力也越来越大，因此在高频电路上需要尽量使用低损耗 High-Q 的积层芯片电感器。

□线圈的Q值（质量系数）

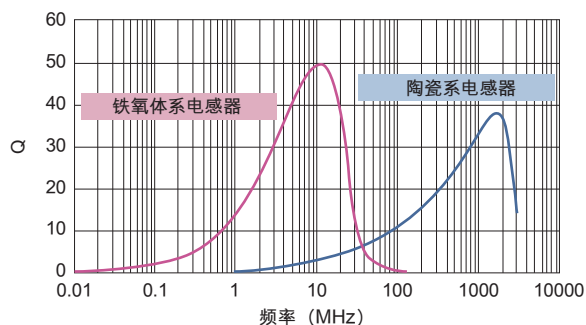
$$Q = \frac{2\pi fL}{R}$$

表示线圈质量的数据 (Quality Factor)

f: 频率

R: 高频中的电阻成份

□不同基材的电感器的Q-频率特性



Q 值因频率和基材材质不同而变化。在数 100MHz 以上的高频带域，铁氧体基材无法使用，需要用电介质陶瓷电感器。

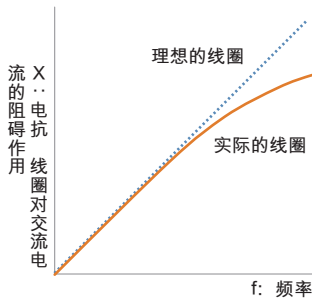
分布容量对高频用电感器的影响

用于手机等高频电路的电感器，需要具备优异的 Q 特性以及小型形状。但遗憾的是，积层芯片电感器的小型化和 Q 特性具有两者不可兼得的权衡关系。比如，为实现小型化将线圈做细，那么直流电阻则会增大，从而导致 Q 值的低下。还有，频率越高内部电极带有的分布容量（寄生容量）越容易对 Q 值产生影响。

如上所述，表示线圈对交流电流的阻碍作用的诱导性电抗 (X) 与频率和线圈的电感成正比，其公式为 X

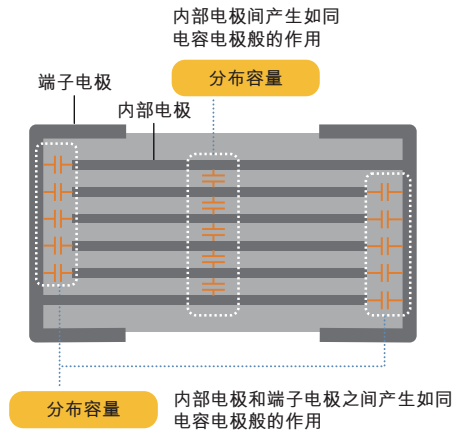
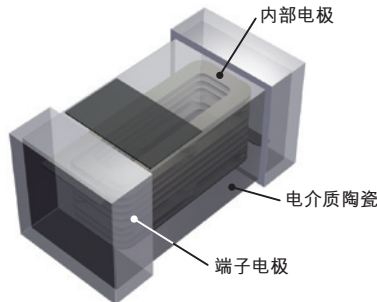
$= 2\pi fL$ 。就理想的电感器来说，由于电抗与频率成正比，所以只要电感不变，频率与电抗的图表应该呈直线。但实际上，频率越高电抗越有低下倾向。这是由线圈带有的分布容量引起的。分布容量是指电路图上没有表示的电容成分。积层芯片电感器的线圈图案之间会产生象电容电极般的作用，从而带上分布容量。同时，端子电极和线圈图案之间也会产生分布容量。

□线圈的电抗



$X=2\pi fL$ 。理想的电感器图表应该呈直线，但实际上，由于受线圈分布容量的影响，频率越高电抗越呈低下倾向。

□积层芯片电感器电极间的分布容量

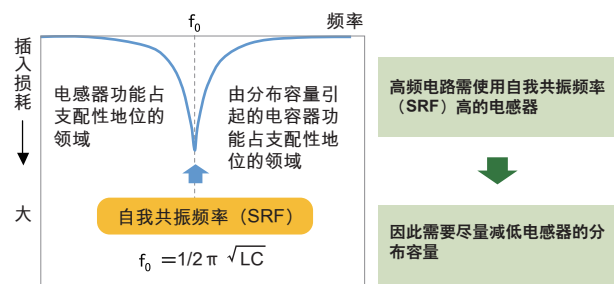
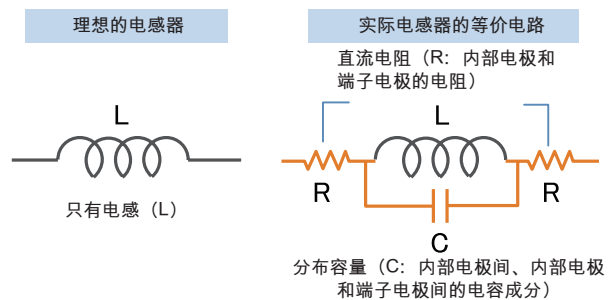


减低分布容量可提高自我共振频率 (SRF)

积层芯片电感器带有分布容量，这意味着电感器和电容器在高频带域与并列连接的 LC 并联电路等价。

电容器和电感器相反，它切断直流电流，流通交流，并有交流电频率越高越易流通的特点。正如 LC 并联电路被用为共振电路，带有分布容量的积层芯片电感器也带有共振频率。这叫自我共振频率 (SRF)。因此，在频率增高到超过自我共振频率时，电感器将失去其应有的电感功能。并且，Q 值也会急速下降，在自我共振频率时降低到 0。

在选择高频电路以及高频模块用积层芯片电感器时，不仅要考虑到所需电感值，还有必要考虑到选择对于使用频率自我共振频率足够高的产品。



MLG 系列新产品以崭新的内部电极结构闪亮登场

关于高频电感器，还有必要考虑到趋肤效应。高频电流有走导体表面而不通到导体内部的倾向，这引起电阻急剧增大，导致电感下降。这种现象叫趋肤效应。

随着手机的多功能化，电路基板上搭载了许多电子元件，处于超密状态。因此，积层芯片电感器也有进一步小型、低背化的需求。利用薄膜技术制造线圈的薄膜芯片电感器，可实现小型、低背化以及高精度化，却难以达到高 Q 值。因此，积层芯片电感器成了高频用电感器的主流。另一方面，如上所述，积层芯片电感器的小型化和高 Q 化处于难以共存的权衡关系。要既把分布容量和趋肤效应降低到最小限度，又实现小型化，不但需要进行最适合的内部电极设计和配置，还需要确立超高精度的加工工艺。

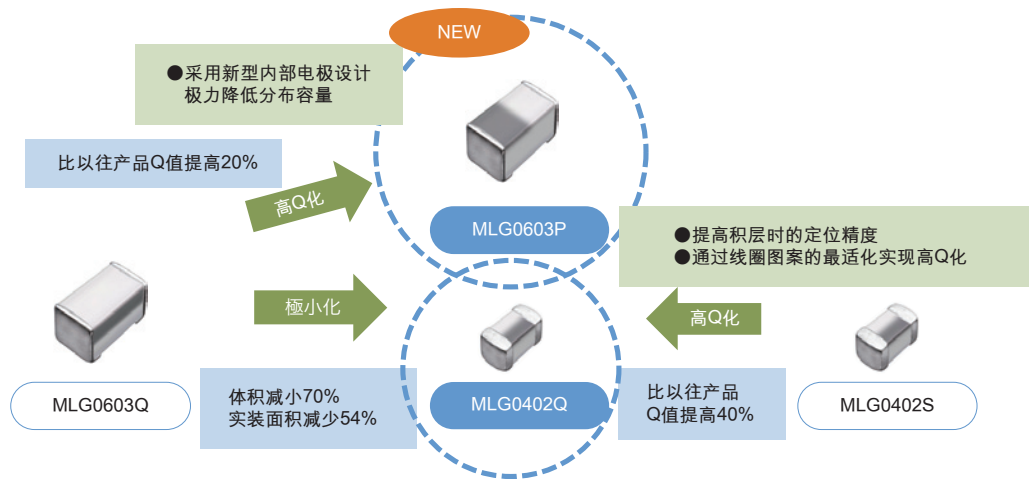
TDK 深化长年积累的铁氧体技术，引进先进的 LTCC（低温共烧陶瓷）多层基板技术，稳固确立了致密的螺旋状内部导体的量产加工技术。并且，为极力降低

分布容量，我们严密地考虑到内部导体的形状、层间厚度以及图案配置等，以独特设计实现了优异的 Q 特性。MLG0603Q 系列就是这样的积层芯片电感器产品群。而以极小尺寸 0402 实现了同样 High-Q 特性的是新产品 MLG0402Q 系列。

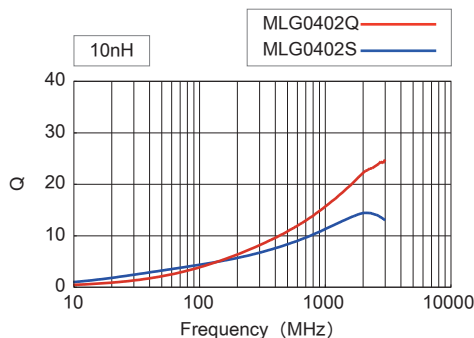
TDK 从根本上重新研讨了线圈的形状和图案配置，在极力确保线圈面积的同时，尽量降低线圈和端子电极间的分布容量，实现了优异的 Q 特性。

线圈图案的丝毫位差，都会降低 Q 特性。我们在开发 MLG0402Q 系列时，不仅引进了高度的定位技术，还引进了前所未有的超高精度的工艺。TDK 还进一步深化此技术，开发了采用崭新内部电极设计的新产品 MLG0603P 系列，将其列入产品群。通过进一步降低分布容量而实现的优秀的 High-Q 特性是它的独到之处。

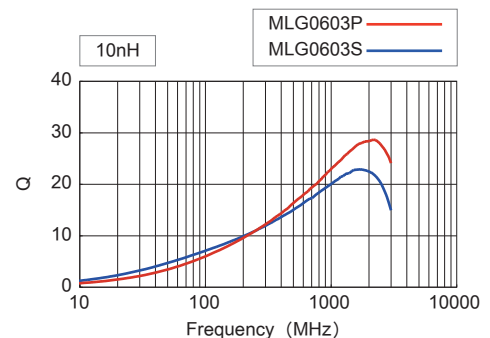
□ MLG0402Q 和新产品 MLG0603P 实现了极小化和高 Q 化的两立



□ MLG0402Q 的 Q-频率特性



□ MLG0603P 的 Q-频率特性

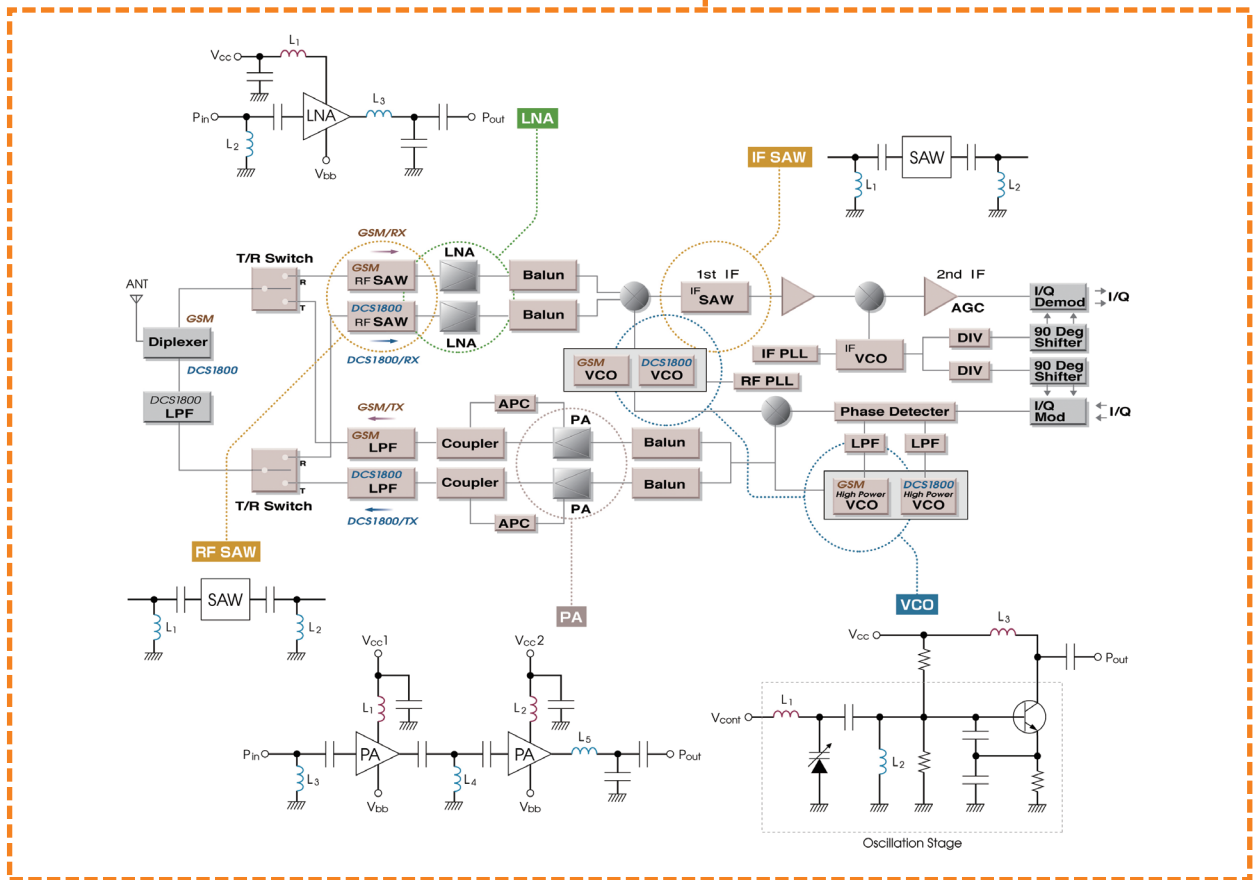
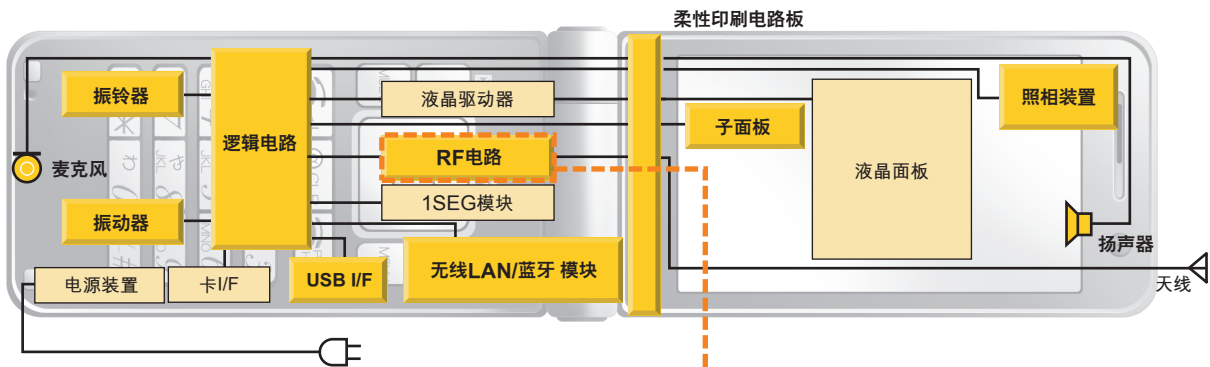


积层芯片电感器适用于手机实例

在手机高频电路的 SAW 滤波器以及 VCO 等部位，搭载了许多小型、高 Q 特性的积层芯片电感器用于阻抗匹配或扼流等。阻抗匹配是指调整输出信号的输出阻抗和接收信号的输入阻抗使其达到一致。如果不调整高频的阻抗，信号将在输入端被反射回到源点，致使扩大传送损耗。因此有必要调整阻抗。

TDK 的 MLG0402Q 系列在 1 ~ 15nH、MLG0603P 系列在 0.6 ~ 120nH 的电感范围内实现了产品化。该积层芯片电感器不仅适用于手机，还在蓝牙、W-LAN、UWB 和数码电视调谐器的高频电路 / 高频模块中发挥最佳性能。

积层芯片电感器在手机高频电路中的主要使用部位



扼流用
阻抗匹配用

□ 主要特点

<MLG0402Q系列>

- 1 电感为1~15nH的产品系列
- 2 与以往的小型产品0603型相比，体积减小70%、实装面积减少55%，大幅度实现了小型化，最适用于脚距密集电路。

<MLG0603P系列>

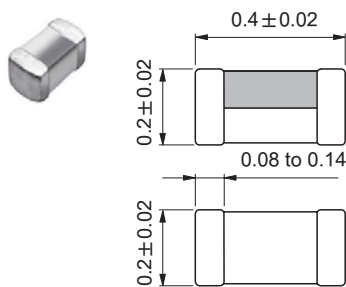
- 1 电感为0.6~120nH的产品系列
- 2 通过采用最佳结构设计，比以往产品MLG0603S型提高了Q特性，尤其在800MHz以上大幅度提高了Q值。
- 3 将高频用陶瓷素材和导体材料积层烧结制成的单块整体结构

□ 主要用途

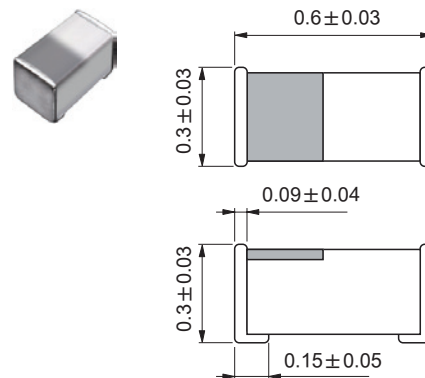
手机、智能手机等的高频电路（PA、VCO、FEM等）、
蓝牙、W-LAN、UWB、调谐器以及其他移动通信领域的各种高频电路

□ 尺寸、形状

<MLG0402Q系列>



<MLG0603P系列>



□ 主要规格

	MLG0402Q系列	MLG0603P系列
电感	1~15nH	0.6 ~ 120nH
使用温度范围	-55~+125 ℃	-55~+125 ℃
直流电阻	0.4~2.6Ω (max.)	0.06~5Ω (max.)
额定电流	100~250mA	80 ~ 900mA
形状	0.4×0.2×0.2mm	0.6×0.3×0.3mm