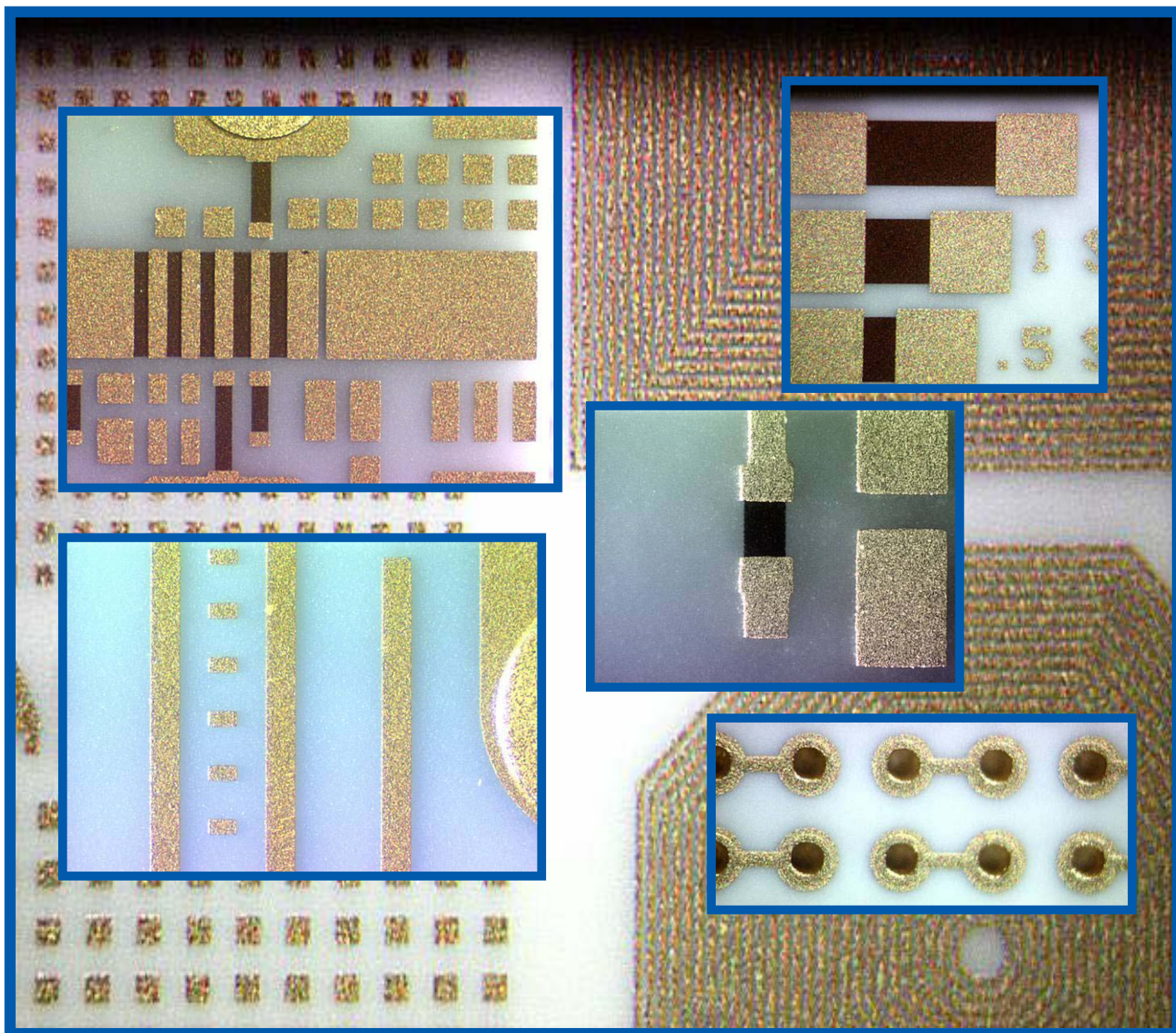




# 定制薄膜产品



**Dielectric Laboratories Inc.**

2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

<http://www.dilabs.com>

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址:

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

## 公司简介

DLI 公司是微波和毫米波器件制造商的全球合作伙伴，服务于光电、无线、医疗、运输、半导体、航天电子和军用等市场。在高频单层电容、多层电容、热沉、薄膜和定制微波封装解决方案方面，有超过 30 年的经验，值得用户信赖。

我们致力于为您提供优质的产品和服务并且感谢您的关顾

## 质量和环境政策

在品质和环保方面，DLI 公司决不仅满足客户的要求，而且超出在这方面对我们期望，这使她在业界赢得了良好的声誉。整个组织从上层管理开始，都致力在高频应用的电容、热沉和集成薄膜电路的封装的设计、生产和运输等各方面做到最好，并保证安全健康的工作条件。而且，为达到这些目标，DLI 以一种对环保负责的态度对待自己应履行的义务，主动遵守环保规则和贯彻执行污染防治。DLI 通过对目标和对象的建立和监控来努力改善质量和环境管理系统。

**通过 ISO-9001:1994 和 ISO-14001:1996 质量体系认证**



**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

## 概述

薄膜产品的设计经历了从原先简单的具有单一功能到现在把多个分离元件集成到一个具有复杂功能的电路板的演变过程。DLI 在利用薄膜技术来设计和实现定制的陶瓷电路方面，富有经验，在业界居于领先地位。DLI 通过提供全面的材料和加工能力来为客户提供一站式服务。DLI 提供按图定制的服务，也能够提供薄膜产品设计的支

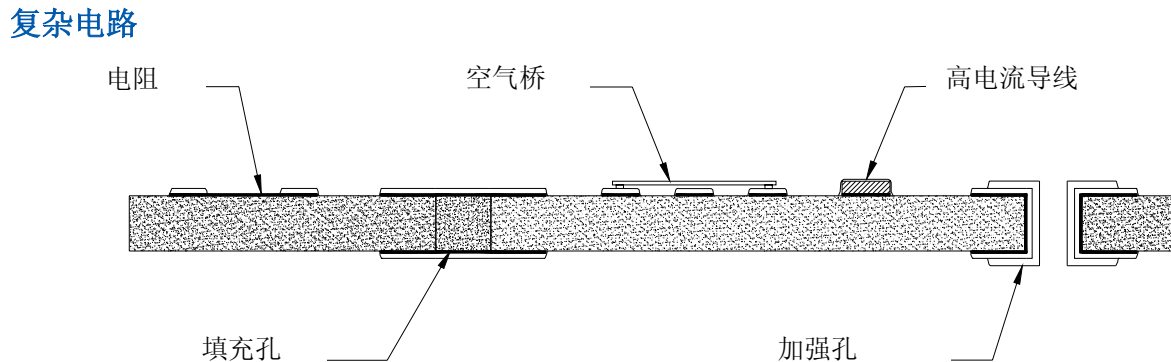
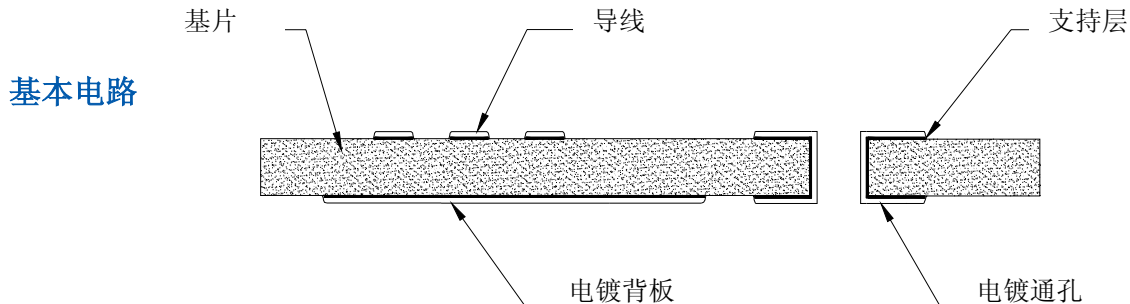
持。

DLI 通过了 ISO-9001: 1994 和 ISO-14001: 1996 质量体系认证，在所有的生产和测试过程中的操作程序、加工控制、校准的仪器都有文件化的标准为依据。所有敏感的平板印刷都在 1000 级或更高的超净工作室中进行。

DLI 的具有丰富经验的工程人员可随时回答客户在设计、具体实现和加工处理上的问题。DLI 能够对客户的设计提供技术支持，并对最终产品提供细致周到地生产和测试。

DLI 具有大量可供选择的标准和定制的陶瓷基片，湿电镀和溅射的薄膜工艺，干膜和湿膜的影印工艺。因此，DLI 的薄膜产品相对传统电路能够减小电路尺寸，减少元件数。DLI 拥有大批量生产的技术，其产品具有非常高的性价比。

DLI 提供两种基本级别的集成薄膜电路。最简单的一种集成了导体和电镀孔。第二级的将无源元件集成到薄膜电路的结构中去。这些元件包括电容、空气桥、电感、电阻、高电流导线和填充孔。这一级别的集成减少了表贴元件的数量，去除了搭线，降低电路的复杂性，适合发热量高的电路。



## 如何使用该向导

**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

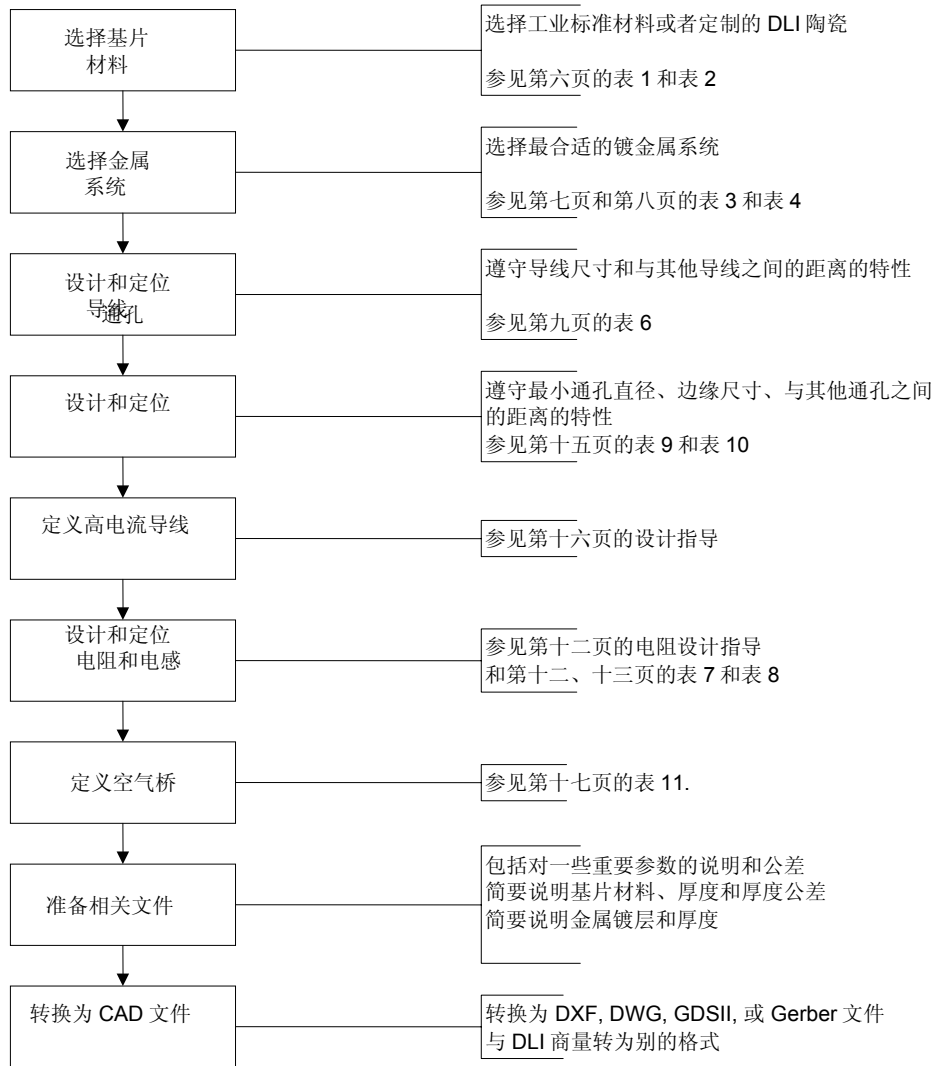
网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

DLI 利用其在薄膜陶瓷电路技术上的优势编写了定制薄膜电路制造手册来帮助实现射频和微波精密电路的功能。一旦完成，该设计将会符合 DLI 的薄膜制造过程，因此可以保证无差错转产。该文档是作为一个产品实现的大纲来使用的。任何在设计、执行和生产中遗留的问题都可以通过联系 DLI 的应用工程部来得到解决。

DLI 拥有多种金属和陶瓷的化合物。该向导默认是使用 99.6% 的铝，但也支持其他的金属/介质系统。一些陶瓷/金属系统的局限性也在该向导中注明。

## 薄膜电路设计流程



**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

## 基片的选择

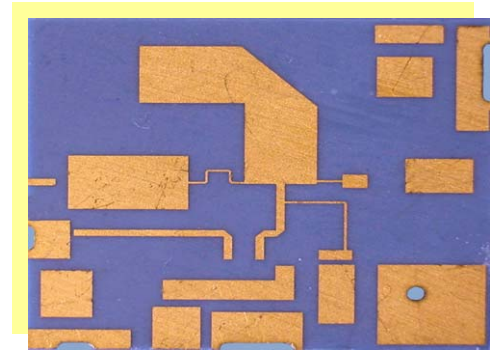
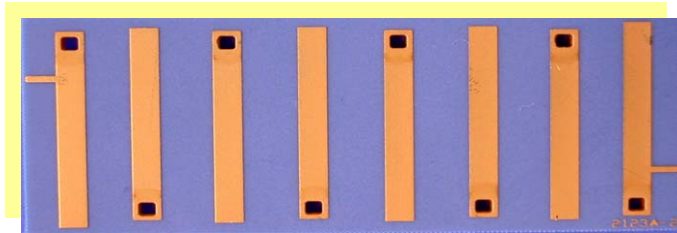
整个设计流程是从基础陶瓷材料的选择开始的。陶瓷的选择主要是取决于介电常数，这将会决定导线的特征尺寸。金属化的方法、芯片和元件的连接技术也要考虑。表 1 中列出了不同陶瓷材料的关键性质来帮助用户选择最合适的陶瓷材料。陶瓷材料中具有最大的多功能性和设计弹性的是氧化铝。氧化铝具有非常精细的颗粒结构，可以进行非常精细的抛光处理。这使得氧化铝可以用来设计精细的导线结构。其他材料的颗粒结构较粗，限制了导线的精细程度。

导热性和热膨胀性能是在材料选择中要考虑的两个重要因素。基片与固定在它上面的元件之间、基片与其载具接触面之间的热膨胀系数不匹配会导固定失败。热量处理也是高功率应用中的一个重要因素。表 1 中包括了热膨胀系数和导热系数来帮助用户根据自己的需要来进行正确的选择材料。

使用的基片越厚，它所支持的基片平面尺寸越大，板上的元件数越多，性能越高，而成本也就越低。然而，60GHz 的薄膜电路设计中使用了更薄的基片材料。从表 2 中可以看到频率越高使用的基片越薄。同样的，随着基片的厚度减小，基板的尺寸会减小，成品率和成本也因此会受到影响。

如果您在设计应用中有什么问题，请与 DLI 的应用工程部联系，以得到关于介质/金属材料选择的指导。

薄膜电路图示例



**Dielectric Laboratories Inc.** 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

表 1 基板材料，特性及一般应用

基板材料	介电常数* 和公差	损耗角*	热膨胀系数 (ppm/°K)	电容温度系数 (ppm/°C)	应用及注释
熔融石英 (SiO <sub>2</sub> ) QZ	3.82 @ 1 MHz	0.000015@ 1 MHz 0.00033@ 24 GHz	0.55	-	适用于微波和毫米波频率.低损耗 热导率: 1.38 W/m-°K.
氮化铝 (AlN) AG	8.85 +/- 0.35 @ 1 MHz	0.001	4.6	-	适用于大功率电路. 射频和微波电路. 热导率: 170 W/m-°K.
氧化铝 99.6% (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) PI	9.9 +/- 0.15 @ 1 MHz	0.0001	6.5 - 7.5	P120 +/- 30	适合一般电路应用 与 Si 和 GaAs 芯片工艺兼容. 热导率: 27 W/m-°K.
PG	12.5 +/- 0.5	0.0002	7.6	P22 +/- 30	替代氧化铝, 更高的温度稳定性
AH	20 +/- 0.5	0.0002	9.6	P90 +/- 20	适合小型化电路,应用于微波和射频电路
NA	23 +/- 1	0.0003	10.1	N30 +/- 15	适合小型化电路,应用于微波和射频电路
CF	25 +/- 2	0.0015	9.0	0 +/- 15	适合小型化电路,应用于微波和射频电路
CD	38 +/- 1	0.0004	5.8	N20 +/- 15	适合小型化电路,应用于微波和射频电路
CG	67 +/- 3	0.0010	9.0	0 +/- 30	适合小型化电路,应用于微波和射频电路.
NR	152 +/- 5	0.0006	10.0	N1500 +/- 500	适合小型化电路,应用于微波和射频电路

\* 附注 除非特殊说明, 介质 K 值是约在 5 GHz 情况下测量  
介电强度为 1000 V/ mil.  
典型厚度范围为 5 mils 到 25 mils. 典型公差 +/- 0.5 mils.

表 2 应用频率与基板厚度对比 (氧化铝)

频率	厚度	基板尺寸(英寸)
到 6 GHz	25 mils (0.635 毫米)	4 x 4, 3 x 3
到 18 GHz	15 mils (0.380 毫米)	4 x 4, 3 x 3
到 40 GHz	10 mils (0.250 毫米)	3 x 3
超过 40 GHz	5 mils (0.125 毫米)	2 x 2

Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

## 金属材料的选择

金属系统的选择是复杂的，由以下的一个或多个特性决定。

- 集成电阻的要求，
- 偏置和其他信号线承载的电流
- 芯片和元件的安装方式，
- 线宽和线距的要求

表 3 和表 4 根据常用的金属系统和应用进行了分类。如果列出的金属没有能够满足你的性能要求，请与 DLI 的应用工程部联系。

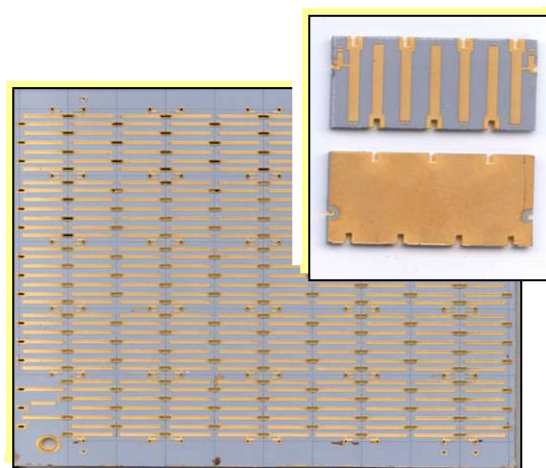
表 3 是薄膜电路中基本金属应用的总结

**表 3 金属和薄膜电路功能**

功能	金属种类	典型范围	注释
电阻	氮化钽 (TaN)	25 到 100 Ohms/square	50 Ohms/square – 标准.
支持层	钛钨 (TiW) 氮化钽(TaN)	300 到 600 埃 500 到 1200 埃	钛钨合金为支持层的第一层 电阻设计中必须使用氮化钽.
阻挡层	镍 (Ni)	40 到 100 微英寸	
导线	金 (Au) 铜 (Cu)	5 到 200 微英寸(0.25 到 5 微英寸) 10 到 200 微英寸(0.25 到 5 微英寸)	可选择使用细线.
大电流导线	金 (Au) 铜 (Cu)	200 到 600 微英寸(5 到 15 微英寸) 200 到 1000 微英寸(5 到 25 微英寸)	3 mil. +/- 0.4 mil 5 mil, +/- 0.5 mil.

表 4 是常见金属化系统的总结。表中描述了每种金属化系统的优点和应用，金属化层的要素和典型的厚度范围。

一块 50 片 7 孔滤波器基板。  
小图显示了电路的正面和背面



**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

表 4 金属材料、应用及物理参数

金属材料	应用	组件安装方法	厚度范围和电阻层	注释	最大温度 oC (1)
氮化钽 钛钨 金	导线用标准薄膜金属材料，带有电阻层	Au/Sn,Au/Si, Au/Ge - 共熔 导电胶	氮化钽: 25 到 100 Ohms/square 钛钨 300 到 500 埃 金: 5 到 300 微英寸	一般不推荐用于 Tin/Lead 焊料焊接— Tin/Lead 焊接应使金层厚度为 5 到 20 微英寸 适用于搭线—搭线应使金层厚度超过 100 微英寸	380
钛钨(TiW) 和金	导线用标准薄膜金属材料，带有电阻层	Au/Sn, Au/Si, Au/Ge—共熔 导电胶	TiW: 300 到 500 埃 Au: 5 到 300 微英寸	一般不推荐用于 Tin/Lead 焊料焊接— Tin/Lead 焊接应使金层厚度为 5 到 20 微英寸 适合搭线—搭线应使金层厚度超过 100 微英寸	425
氮化钽(TaN) 钛钨(TiW) 镍(Ni) 和金(Au)	导线用标准薄膜金属材料 更高寿命 带有电阻层	Au/Sn, Au/Si, Au/Ge—共熔 SN/Pb 导电胶	TaN: 25 到 100 Ohms/square TiW: 300 到 500 埃 Ni: 40 到 100 微英寸 Au: 5 到 300 微英寸	适用于 Tin/Lead 焊接—金层厚度应保持 5 到 20 微英寸 修理时重复焊接 适用于搭线—搭线应使金层厚度超过 100 微英寸	350
钛钨 (TiW) 镍 (Ni) 和金(Au)	导线用标准薄膜金属材料 更高寿命 带有电阻层	Au/Sn, Au/Si, Au/Ge—共熔 SN/Pb 导电胶	TiW: 300 到 500 埃 Ni: 40 到 100 微英寸 Au: 5 到 300 微英寸	适用于 Tin/Lead 焊接—金层厚度应保持 5 到 20 微英寸 修理时重复焊接 适用于搭线—搭线应使金层厚度超过 100 微英寸	350
氮化钽(TaN) 钛钨 (TiW) 金(Au) 铜 (Cu) 镍 (Ni) 金 (Au)	大电流，低损耗 带有电阻层	Au/Sn, Au/Si, Au/Ge—共熔 SN/Pb 导电胶	氮化钽: 25 到 100 Ohms/square 钛钨 300 到 500 埃 金: 5 到 10 微英寸 铜: 150 至 600 微英寸 Ni: 40 到 100 微英寸 Au: 5 到 300 微英寸	适用于 Tin/Lead 焊接—金层厚度应保持 5 到 20 微英寸 修理时重复焊接 适用于搭线—搭线应使金层厚度超过 100 微英寸	350
钛钨(TiW) 金 (Au) 铜 (Cu) 镍 (Ni) 和金 (Au)	大电流，低损耗 无电阻层	Au/Sn, Au/Si, Au/Ge—共熔 SN/Pb 导电胶	钛钨 300 到 500 埃 金: 500 到 1500 埃 铜: 150 至 600 微英寸 Ni: 40 到 100 微英寸 Au: 5 到 300 微英寸	适用于 Tin/Lead 焊接—金层厚度应保持 5 到 20 微英寸 修理时重复焊接 适用于搭线—搭线应使金层厚度超过 100 微英寸	350
钛钨 (TiW) 镍(Ni) 和金锡 (AuSn)	用于 Gold/Tin 焊料	Au/Sn	钛钨 300 到 500 埃 Ni: 40 到 100 微英寸 AuSn: 100 到 350 微英寸	去除焊料 到焊盘(AuSn) Direct 直接裸片	280
Notes	1	Intermittent for processing only.			

表 5 列出了导线的电阻系数，表 6 列出了不同金属和厚度范围的导线的线宽和线距的公差。

表 5 典型的导体片电阻率

金属材料	标称电阻率 (micro Ohms – cm)	工艺	典型片电阻率 (milli Ohms/Square)	厚度
金 (Au)	2.44	溅射	11 - 12	100 微英寸
		电镀	4 - 5	300 微英寸
铜 (Cu)	1.724	电镀	0.9 - 1.0	1000 微英寸
镍 (Ni)	6.9	溅射	65 - 68	50 微英寸

Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: sales@dilabs.com

网址: http://www.dilabs.com

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

钛钨(TiW)	98	溅射	19,600	500 埃
---------	----	----	--------	-------

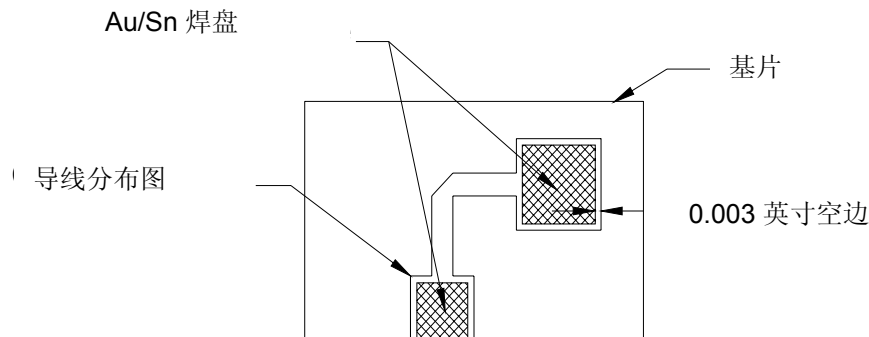
相同材料，电镀的片电阻率要比体电阻率高 30%，比溅射的高 20%。

电镀层和厚度主要是由承载电流、芯片/元件的连接工艺、信号和电源的输入/输出连接等因素决定的。电镀的电阻需要镀一层氮化钽支持层。在金表面上搭线通常需要金的厚度为 100 微英寸。搭线用的金层的厚度不建议减少。当使用铅/锡焊接时，金的厚度缩小（5 至 20 微英寸）以减少脆化。

**表 6 最小线宽与导线间距公差**

金属层	最小线宽/间距和公差 (mils)
Au (10 到 150 微英寸)	0.5 +/- 0.1
Au (150 到 300 微英寸)	1.0 +/- 0.2
Au (300 到 850 微英寸)	3.0 +/- 0.4
Cu (50 到 600 微英寸)	3.0 +/- 0.4
Ni (50 到 125 微英寸)	3.0 +/- 0.4

金锡焊料涂覆在电路上指定的区域用以元件连接。该区域要求离导线的边缘为 0.003 英寸 (0.076 毫米)来容纳焊接时焊盘区域的变化。如果该导线要被锯开就没有这个要求。



需要注意的是，当镀金电路在用焊枪进行元件焊接的高温下时，延长加温时间，会使 Ni 阻挡层足以渗透到金里，导致表面不能焊接。所能承受的最高温度在表 4 中列出。在 425 °C 的高温下，镍在 15 分钟内能够渗入金层 150 微英寸。

同样的，当电路经过焊接操作后，金表面上的碳的表面集中会超过 60%。长时间在高温下会影响焊接效果。在焊接前推荐使用等离子清洁。

**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

## 细导线的特点

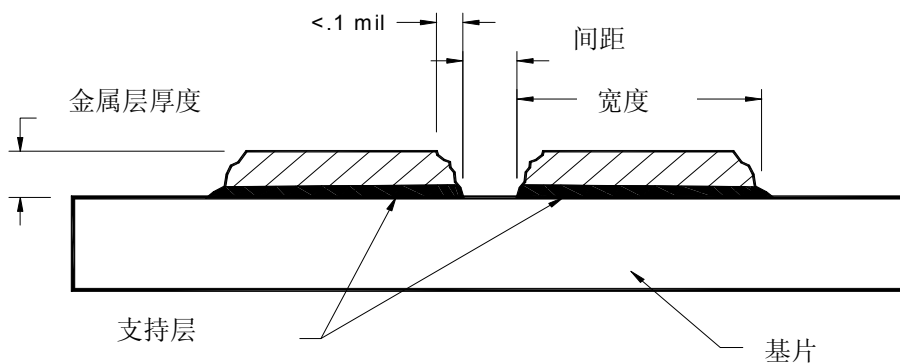
器件，如滤波器、同向双工器、兰格耦合器、定向耦合器、叉指电容和螺旋电感等，必须倚赖导线的线宽和线距的精度来达到好的性能。在微波结构中达到高性能和可重复性的关键是由金属的几何形状决定的。传输线的特征阻抗也是由线宽决定的。传输线与奇模、偶模阻抗的控制之间的耦合，耦合器和滤波器之间的耦合都是由线宽和相邻传输线之间的线距决定的。精确地控制耦合线之间的距离能保证 VSWR 的一致性和耦合器与滤波器之间的耦合的重复性。DLI 在使陶瓷/电镀系统达到最佳的性能方面有着非常丰富的经验。

所有这些元件的电子性能都要求导线小于 1 mil（25 微米）并保持相同的线距。导线的一致性是由基板材料和镀金属系统决定的。选择正确的基片/镀金属系统，可以得到优良的边缘锐度。边缘锐度是由金属层的厚度决定的，但通常小于 0.1 mil。

陶瓷的表面品质决定了细线的宽度和线距。一些薄膜材料具有颗粒结构，表面粗糙，会影响线宽和线距。抛光有助于改善表面，但某些材料在抛光时不能很好的受力。氮化铝和钛酸盐就属于这一类。

有一种材料没有这种限制，就是抛光后的氧化铝。其表面质量非常好，DLI 能制作线宽和线距达到 0.5 mil（12.5 微米）。

DLI 应用工程部将根据你选择的基片材料和设计要求对你进行金属系统的选择的指导。



**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

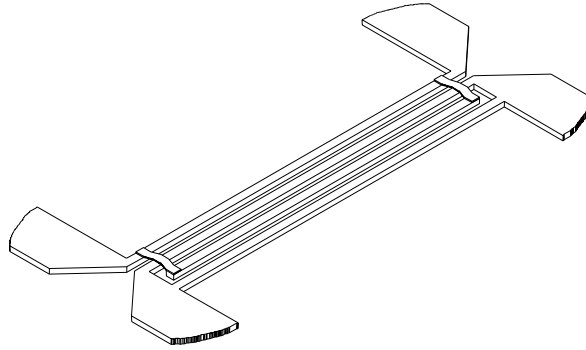
电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

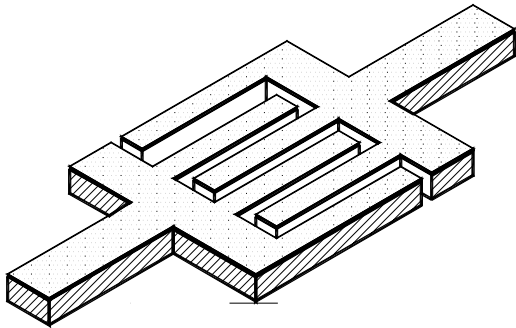
本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

## 兰格耦合器

兰格耦合器是一种微带结构的 3dB 耦合器，使用了一个交叉耦合结构。耦合结构的交流导线是用空气桥技术连接。兰格耦合器是一种微波基础器件，能实现多种功能，如混频器、平衡放大器、开关、衰减器和移相器。当线宽和线距得到精确控制时具有优良的性能。



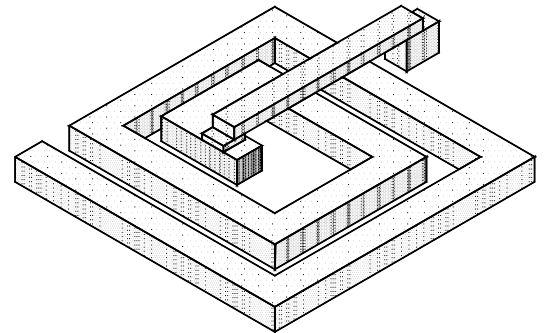
## 叉指电容



平面电容的结构不需要额外的处理，可以用最小的代价完成，因为它是在电路沉积时同时完成的。叉指电容的设计与兰格耦合器相似，需要一系列间距很小的手指状导线，它可以在经典的微波模拟器上建模。这种结构的电容的容值可以达到几皮法。

## 螺旋电感

螺旋电感在许多滤波器、放大器、振荡器和其他一些需要退耦或者 RF 线上的控制线有着广泛的应用。这种设计可以得到高的 Q 值。抛光后的氧化铝使线宽和线距达到 0.5 mil，可以实现这种电感。



**Dielectric Laboratories Inc.** 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

## 电阻设计指导

在任何复杂的射频或者微波电路中有一个重要考虑是可能把电阻集成到基本电路中。电路中的电阻具有很多优点，减少装配步骤、改善热损耗、提高稳定性。

DLI 的电阻器主要是应用了氮化钽。这种材料由于具有更高的最大承受温度，更高的退火窗口，高的阻抗，而越来越广泛的作为电阻材料得到应用。

电阻设计的关键参数是：电阻值，温度性，工作功率。电阻的设计是由以下这个公式决定的：

$$R = \rho L / Wt$$

其中

R = 总电阻 ( $\Omega$ )

$\rho$  = 材料的体电阻率 ( $\Omega\text{-cm}$ )

L = 电阻长度 (cm)

W = 电阻宽度 (cm)

t = 电阻厚度 (cm)

为了简化设计过程，提供了片电阻率参数。这个参数是在假定  $L=W$  的条件下给出的，所以有： $R_{\text{sheet}} = R_s = \rho/t$  ( $\Omega/\text{square}$ ) 这样，简单的将  $R_s$  乘以长度 (L) 再除以宽度 (W) 就能得到实际的电阻。 $R_{\text{total}} = R_{\text{sheet}} \times \text{长度 (L)} / \text{宽度 (W)}$

在任一给定的电路中，电阻金属化层是由单一溅射操作沉积形成的，因此不同电阻率的几种材料混合溅射是不允许的。在大多数项目中，DLI 常用  $50\Omega/\text{平方厘米}$ 。表 7 中列出的是电参数和允许的限制。

表 7 标准电阻参数

薄膜电阻	氮化钽
标准片电阻系数	25 到 100 (Ohms/square)
阻抗温度系数 (-25 to 125 °C)	-75 到 -100 (ppm/ °C)
稳定性 (在 125 °C 下经过 1000 小时后的变化)	0.02%
短时可承受最大温度 (2 分钟)	450 °C

Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

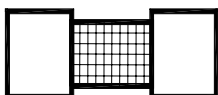
本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

DLI 有两种基本的电阻布线技术，凹槽电阻和平板电阻工艺。

凹槽电阻工艺

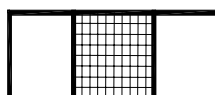
(岛形方式)

首选



平板电阻工艺

(背面蚀刻方式)



电阻工艺的选择必须要和电路设计一致。两种电阻的制造工艺是不同的，在一个电路中同时有这两种电阻是不允许的。凹槽电阻由于在工艺上具有灵活性，易于连接，作为首选。对于简单的、非蛇形的电阻布线，请参考表 8 中的信息。应用中对于 1% 的电阻精度（需要激光修整）修整前的值要比期望值低 20 %；也就是说，40 Ohm/square 的设计需要 50 Ohm/square 的材料。

表 8 电阻设计指南

参数	限制	Co 毫米 ents
最小公差	1% (经激光修整)	标准为 10%
电阻间最小间距	0.001 英寸	蛇形布线
最小长度和/或宽度	0.001 英寸	电阻材料
最小导线盘大小	0.003 英寸 x 0.003 英寸	
导线/电阻重叠	0.0005 英寸/边	
修整前计划数值	-20%	激光修整电阻
片电阻率	25 – 100 Ohms/square	首选: 50 Ohms/square.

## 电镀孔—标准孔和加强孔

Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

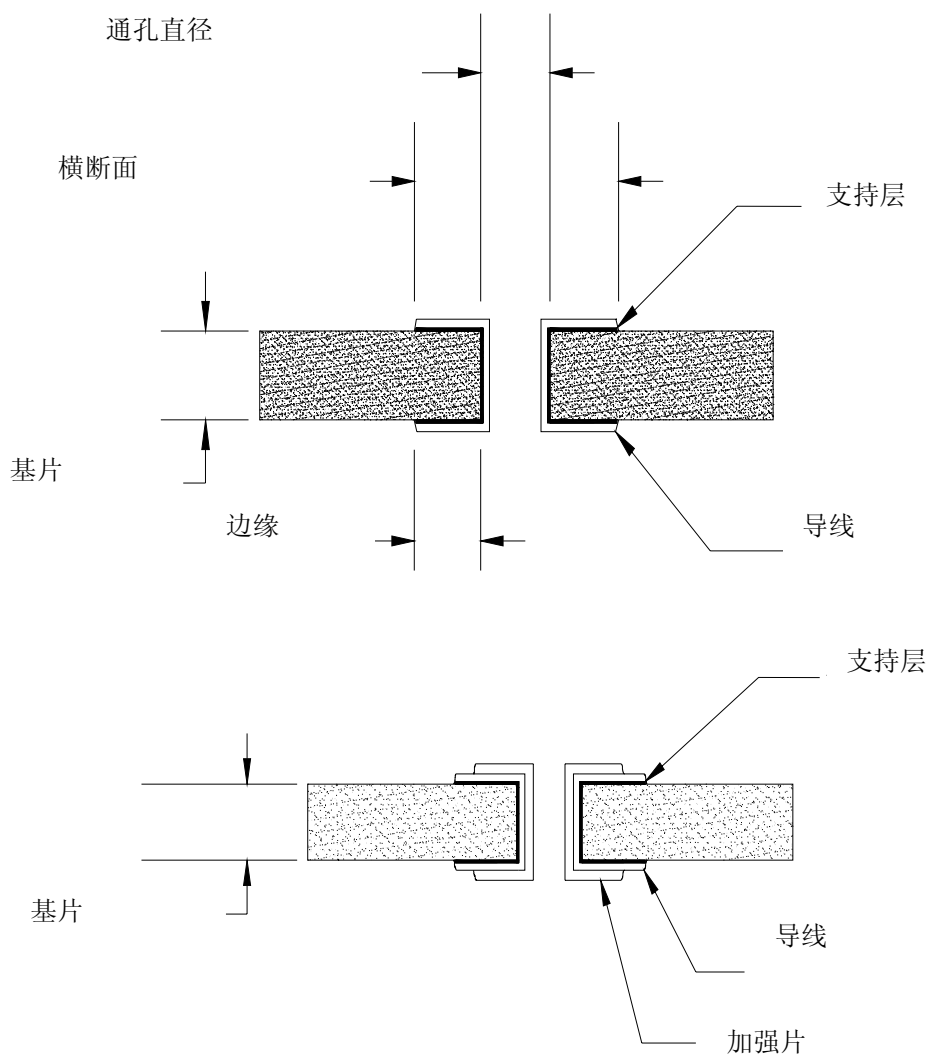
电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

电镀孔的应用允许设计工程师将电路连接到接地面板。DLI 可以在多种基片材料上做通孔。表 9 列出了通孔的尺寸限制和金属横截面。

## 标准通孔



大多数镀金通孔使用的是标准的镀金厚度。如果需要更高的电流，就需要加强孔。加强孔是通过额外的电镀步骤在孔中和孔的周围增加金属层来完成的，以得到更好的机械强度和更低的电阻抗。表 10 是加强孔的机械尺寸。

**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

**表 9 通孔设计指导**

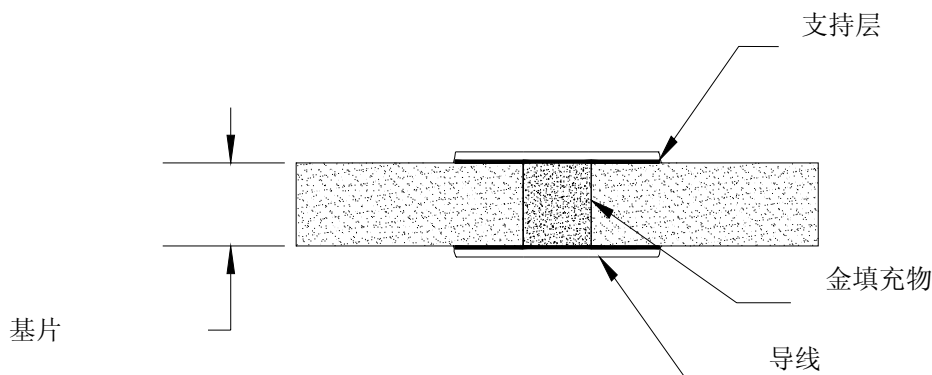
构成部分	极限值与推荐值
基板孔直径	最小值: 基板厚度的 60%并且不小于 7 mils 最好选择大于基板厚度
最小边缘	最小值: 0.002 英寸 最好选择 0.005 英寸或更大
边缘厚度	典型值 > 300 微英寸 根据金属化情况而定

**表 10 电镀孔机械指标推荐值**

基板厚度 英寸 (毫米)	基板孔直径 英寸 (毫米)	最小横截面大小 英寸 (毫米)	最小通孔间距 孔中心到孔中心 英寸 (毫米)	最小通孔间距 孔中心到电路边缘 英寸 (毫米)
0.005 到 0.012 (0.125 到 0.305)	0.007 到 0.020 (0.175 到 0.500)	直径+ 0.010 (直径+ 0.250)	最小值为 0.030 或 直径 + 0.020 (直径 + 0.500) 选大的一个.	直径/2 + 0.020 (直径/2 + 0.500)
0.015 (0.375)	0.009 到 0.100 (0.225 到 2.50)	“ “	“ “	“ “
0.025 (0.625)	0.015 到 0.150 (0.375 到 3.750)	“ “	“ “	“ “

## 填充孔

填充孔的性能和可靠性比镀金通孔高，但加工费用也相对的高些。填充孔具有更高的电流和更高至接地板的热传导性，消除了镀金通孔带来的一些问题。



DLI 建议用金来填充通孔。铜或者银填充孔会渗入其他成份，而导致稳定性欠佳。

## 卷边金属化

**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

利用半通孔或者半槽来进行包边的金属化可能会有些问题。当锯开陶瓷基片时，保持通孔中金属的完整性可能会有问题。这时应考虑使用加强孔。可以在电路的边缘使用一个或多个通孔。请参考表 10 中关于通孔位置的指导。可以联系 DLI 工程部来讨论你的需求。

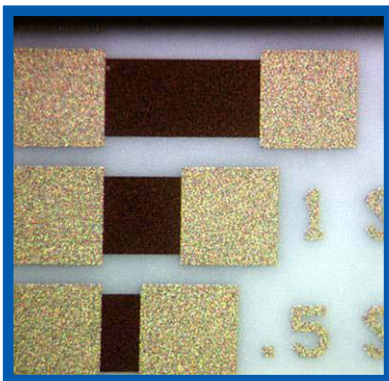
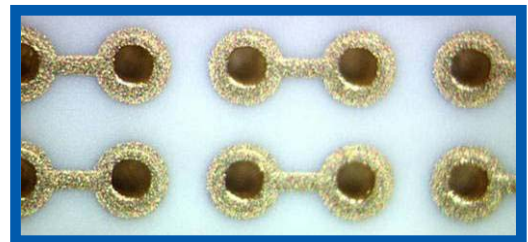
## 高传导率导线

随着导线尺寸变小，导线电阻会增大，导电能力也在下降。在薄膜电路的设计中，所有导线的导电能力是很重要的。可以用电阻设计的公式来检测导线的性能，公式见 12 页（用到片电阻率，参照表 5）。

DLI 提供高传导性的导线来提高电流传输能力。利用 DLI 的定制混和金属的能力，可以制造高传导率的导线。这使得设计者可以通过增加导线中金属的厚度来在导线中处理更高的电流。它的实现不需要改变对设计很重要的细导线的几何尺寸和其它组成部分。

DLI 所能提供的导线的厚度也是有限制条件的。随着导线厚度的增加，高传导率导线的线宽和公差的控制也会恶化。在设计时要注意这些限制。不仅必须允许增加线宽，而且考虑到公差因素，也需要增大线距。参考表 6 中高传导性导线的线宽控制。

加强孔



氮化铝电阻

## 空气桥设计

**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

空气桥的主要作用就是消除了搭线。技术的发展使得频率越来越高而导体的尺寸越来越小。随着导体尺寸的变小，搭线的稳定性和可靠性也越来越难保证。空气桥已经在传输线、电容和场效应管的连接设计中应用了十多年。

空气桥在电路中的作用是在高频的条件下有利于提高电气性能的稳定性和可重复性。空气桥在尺寸大小的一致性方面优于搭线。在表 11 中是空气桥的应用。在老产品的重新设计中，空气桥可以用于替换搭线。

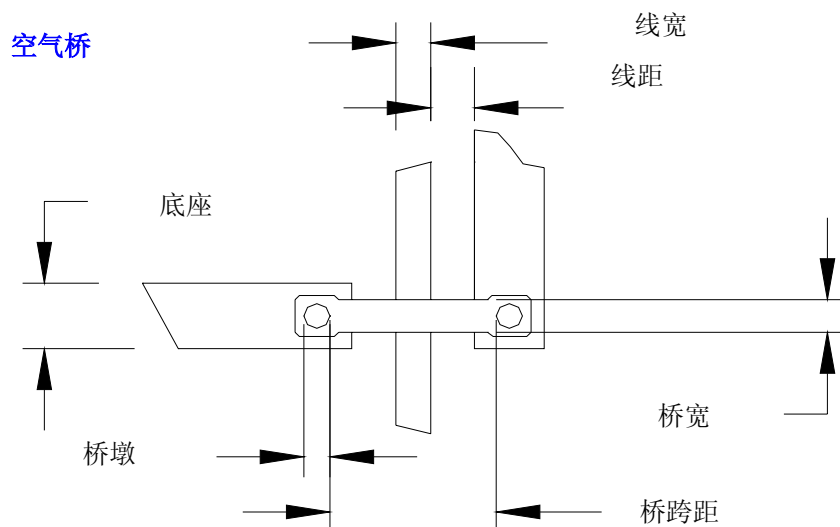


表 11 空气桥设计指导

组成部分	极限值和推荐值
桥高	0.0003 英寸 – 0.0005 英寸
最小桥宽 (Bridge Width)	0.0013 英寸
最大跨度 (Span)	6 倍桥宽
最小跨度	0.003 英寸
线间最小间隙 (Gap)	0.0005 英寸
最小线宽 (Line)	0.0005 英寸
最小桥墩 (Base)	0.002 英寸
桥厚度	最小为 0.0002 英寸
最小桥墩直径 (Pillar)	0.0013 英寸

## 结束语

Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

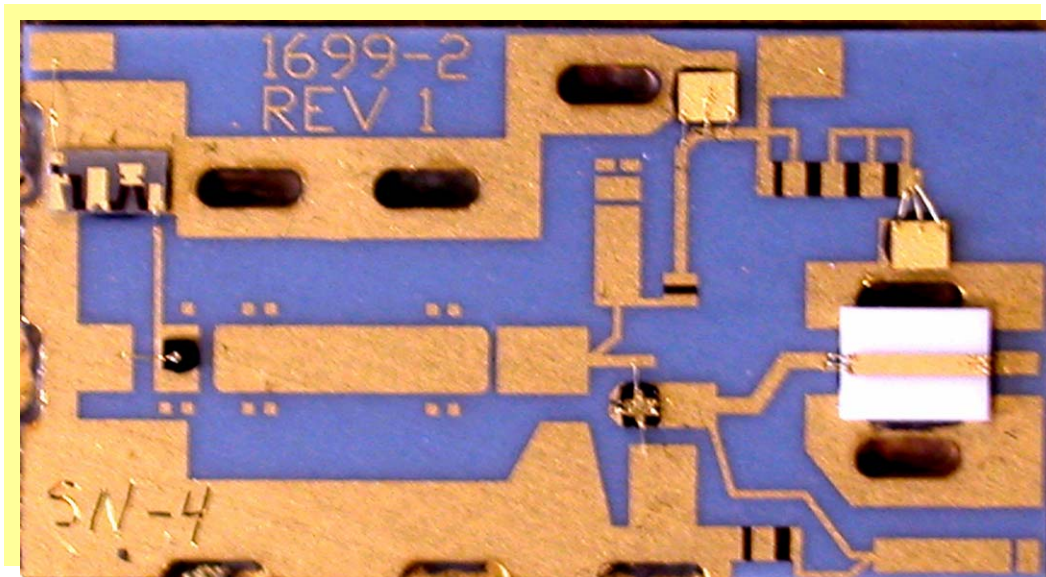
电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

DLI 公司提供多种高性能陶瓷和金属材料，并具有灵活的加工能力。我们的团队具有最高级别的生产制造能力。我们与客户密切合作，能快速完成客户的设计。我们保证所有的性能都能满足客户要求，并且保证质量的一致性，按时交货。

DLI 可以提供各种薄膜产品，为您提供一站式服务。如有需求，请与 DLI 的应用工程部联系，DLI 将给您提供性能卓越的薄膜产品。



DLI 保留更改产品设计和定价的权利。销售人员应遵从 DLI 销售条款。DLI 公司不能控制使用情况，对于客户将来使用所选择的产品的适合与否，不能作出保证。对使用引起的事故或继发损害，包括但不限于人身损害和财产损失等所有情况，DLI 公司不负任何责任

请访问我们的网站 <http://www.dilabs.com> 获得该产品目录的最新版本

2003 年 4 月

## 全球支持服务网络:

**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证

DLI 致力于在世界各地为您提供服务与支持。您可以选择直接联系 DLI 厂家或其世界各地的代理和分销商来获得产品和服务。联系方式如下：

### 制造厂，销售和工程应用

2777 Route 20 East  
Cazenovia, NY 13035-9433  
电话: 315-655-8710  
传真: 315-655-8179

### 东海岸销售处

Hartford, Connecticut  
电话: 860-741-0846  
传真: 860-741-8543  
Consult Factory for immediate response if no answer.

### 西海岸销售处

Glendale, California  
电话: 818-790-8102  
传真: 818-790-2829  
Consult Factory for immediate response if no answer.

### 中国销售办事处和仓库

DLI 亚太区（上海）贸易有限公司  
上海九江路 333 号金融广场 1307 室  
邮编: 200001  
电话: (+86) 21-6360-7308  
传真: (+86) 21-6360-4596

**DLI 还拥有巨大的区域代理和分销网络。请咨询我们的销售办事处或浏览我们的网站以获得本地代理信息。**

## DLI 其他产品线

### 单层电容

Di-Cap®	Border Cap	Gap Cap	Bar Cap	Binary Cap	T-Cap
特优品质单层电容，适用于射频、微波和毫米波应用。适用频率 100 MHz 到 100 GHz。容值 0.02 – 4300 pF	单面或双面带空边的表面金属化层单层电容，减低贴装时短路可能性。适用于导电胶贴装。	高精度串连单层电容，应用于微波传输线，可以消除搭线。性能一致性好	由多个单层电容组成阵列，多路退耦/旁路或阻塞保护，适合应用于 1-13GHz 毫米 IC 的退耦	多容值二进制可调单层电容，适用于调谐设计或微波集成混合电路	DiCap® 单层电容串联用于连接开路传输线，设计用于可重复谐振

**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

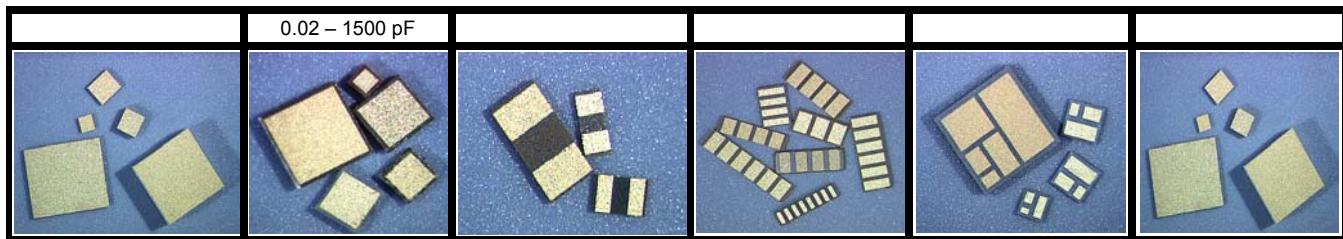
电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证



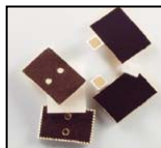
**宽带产品**

C06	C08	Milli-Cap®	Opti-Cap®
<p>宽带隔直电容，频率范围为 2MHz 到 30GHz, 850 pF, 0603 大小。适用于无谐振情况下的隔直，射频退耦，微波模块，检测设备，光通信设备，低噪放及高速数字退耦</p>	<p>宽带隔直电容，频率范围为 1MHz 到 20GHz, 2400 pF, 0805 大小。适用于无谐振情况下的隔直，射频退耦，微波模块，检测设备，光通信设备，低噪放及高速数字退耦</p>	<p>表贴式电容，在 100MHz 到大于 60GHz 频率范围内，损耗低，无谐振。在 200MHz 到 40GHz 频率范围内损耗典型值&lt;0.025dB。适用于微波、毫米波模块，检测设备，数字无线电设备和雷达</p>	<p>0602 表贴外形超宽带电容，适用于 10 KHz 至 40 GHz 无谐振隔直，可提供用于自动装配的卷带包装形式。</p>

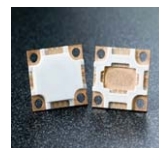
**多层产品**

C06	C11	C17	C22	C40
0.06" x 0.03"	0.055" x 0.055"	0.11" x 0.11"	0.22" x 0.25"	0.38" x 0.38"
0.1 – 47pF	0.1 - 100pF	0.1 – 1000pF	1 - 2700pF	1 - 5100pF
最大直流工作电压 Max WVDC 250V	最大直流工作电压 Max WVDC 150V	最大直流工作电压 Max WVDC 1000V	最大直流工作电压 Max WVDC 2500V	最大直流工作电压 Max WVDC 7200V
放大器 滤波器 ~20 GHz	功放 ~10 GHz	功放 ~10 GHz	核磁共振 射频—大功率 ~3 GHz	核磁共振 射频—大功率 ~200 MHz

**热沉/支架**



**定制封装**



**Dielectric Laboratories Inc. 2777 Route 20 East, Cazenovia, NY 13035-9477**

电话: 315-655-8710

传真: 315-655-0445

电邮: [sales@dilabs.com](mailto:sales@dilabs.com)

网址: <http://www.dilabs.com>

本企业通过 ISO 9001 和 ISO 14001 质量体系认证