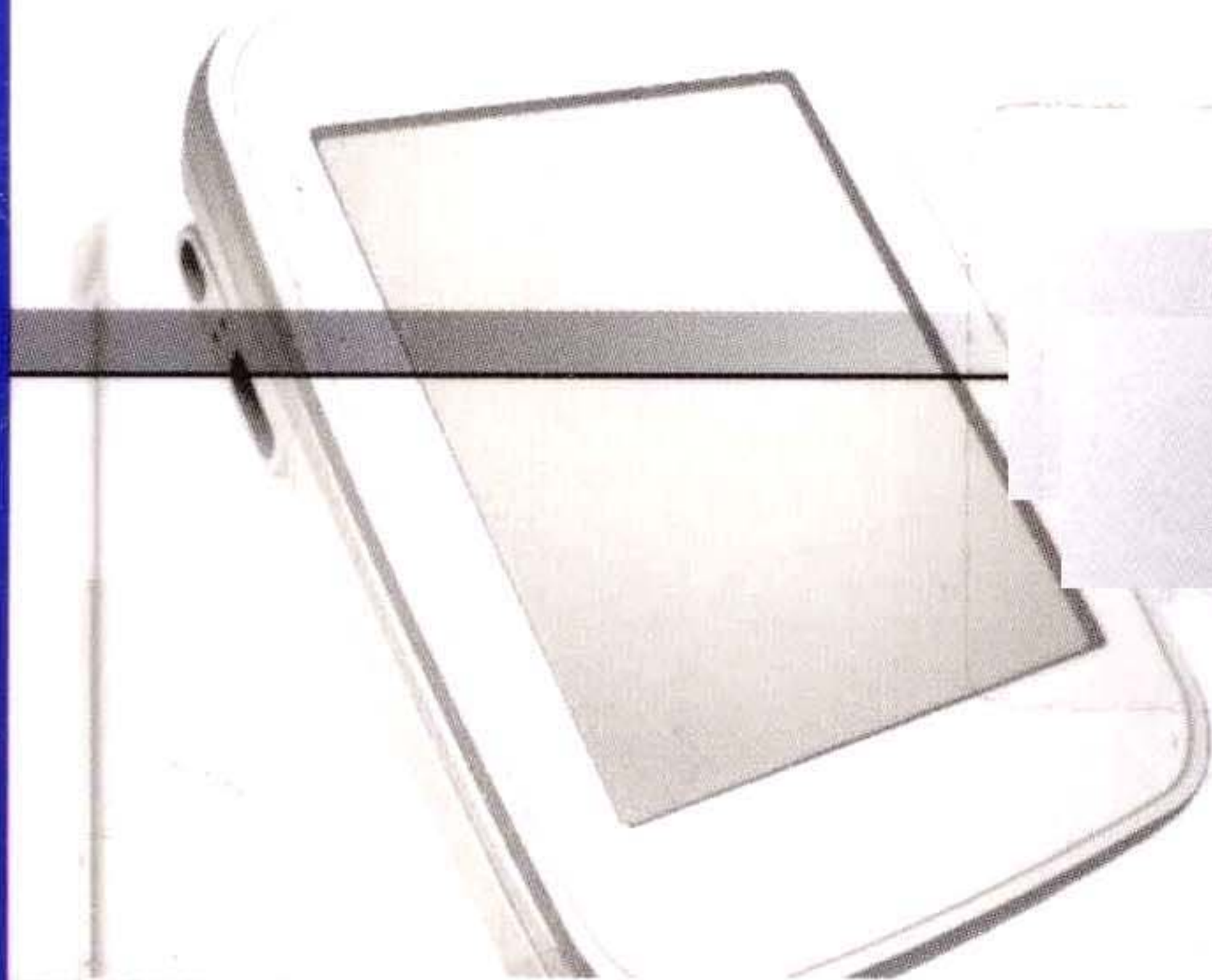


手机维修系列丛书

◎ 张兴伟 等编著

图解手机元器件 维修技巧



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



手机维修系列丛书

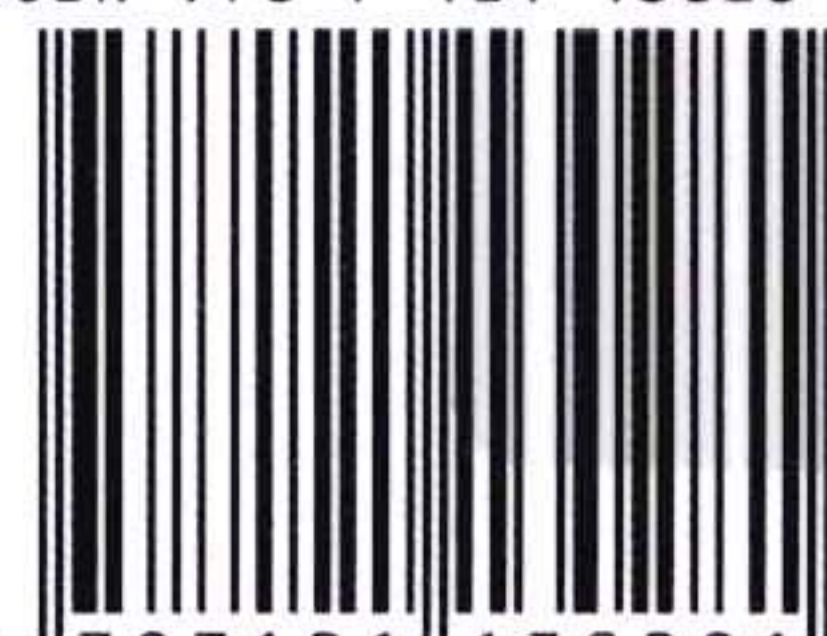
- MTK芯片组手机电路原理与维修
- WCDMA手机电路原理与维修
- EMP芯片组手机电路原理与维修
- 单芯片手机电路原理与维修
- 新型诺基亚手机维修技巧
- 手机维修识图快速入门（双色）
- 手机维修快速入门（第二版）
- ▶ **图解手机元器件维修技巧**
- 用示波器修手机（含光盘1张）



策划编辑：柴 燕
责任编辑：贾晓峰
封面设计：李 雯



ISBN 978-7-121-13028-1



9 787121 130281 >

定价：29.00 元

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

手机维修系列丛书

图解手机元器件维修技巧

张兴伟 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍手机元器件的知识,手机元器件知识是手机维修工作的基础。本书共7章,分别介绍了手机电路中的基础元器件、射频器件、射频模块、基带芯片、人机界面类器件、接插件类器件及模块类器件的各方面知识,涉及元器件的特征、识别方法、电路特点、重要参数与检修方法等。

本书采用了大量的实物图与原始电路资料,具有极强的实用性,适用于广大与手机相关的从业人员及广大的电子技术爱好者。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

图解手机元器件维修技巧/张兴伟等编著. —北京:电子工业出版社,2011.3
(手机维修系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 121 - 13028 - 1

I. ①图… II. ①张… III. ①移动电话机-电子元件-维修-图解 ②移动电话机-电子器件-维修-图解
IV. ①TN929.53 - 64

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第033325号

策划编辑:柴 燕(chaiyaphei.com.cn)

责任编辑:贾晓峰

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:12.5 字数:330千字 插页:2个

印 次:2011年3月第1次印刷

印 数:4000册 定价:29.00元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

学习手机电路故障的检修技术,其实是学习如何快速检查判断手机电路中的哪个元器件有问题,然后对该元器件进行修理或更换处理。

任何复杂的电子电路都是由各种不同的电子元器件有机组合形成的。在学习电子技术时,掌握常用电子元器件的知识是非常重要的,尤其对于手机维修,更是如此。

不同品牌、不同型号的手机很多,但许多手机的元器件是相同或相通的。只要了解掌握一定的手机元器件的知识即可处理相当多的手机故障。

本书主要介绍目前绝大多数手机中常见的元器件。为做到准确、实用、通用性强,我们查阅了大量的原始手机技术资料。

本书对手机元器件的特征、识别方法、电路特点、重要参数与检修方法等做了较多的阐述,同时结合了大量的元器件实物图、电路框图、电路图,使得本书易于理解掌握。

本书实用性较强,适用于广大与手机相关的从业人员,以及广大的电子技术爱好者。由于专业水平与时间的限制,书中难免有不妥之处,敬请指正。

本书由张兴伟任主编,其他参编人员还有钟云、林庆位、张积慧、钟晓、郭小军、张素蓉与钟钦等。

编著者
2011 年 3 月

目 录

第 1 章 基础元器件	1		
1.1 电阻器	1		
1.1.1 SMD 电阻	1		
1.1.2 手机中的电阻器	2		
1.2 电容器	4		
1.2.1 SMD 电容器	5		
1.2.2 电容阵列	6		
1.3 电感器	7		
1.3.1 手机中的电感	7		
1.3.2 磁珠	8		
1.4 二极管	9		
1.4.1 变容二极管	10		
1.4.2 肖特基二极管	11		
1.4.3 稳压二极管	12		
1.4.4 发光二极管	13		
1.5 三极管	14		
1.5.1 手机中的三极管	15		
1.5.2 电路应用	16		
1.5.3 判断二极管与三极管的 好坏	17		
1.6 晶体振荡器	19		
1.6.1 实时时钟	20		
1.6.2 系统时钟	22		
1.7 传感器	24		
1.7.1 霍尔器件	24		
1.7.2 磁阻传感器	25		
1.7.3 加速度传感器	26		
1.7.4 磁力传感器	27		
1.7.5 接近传感器	28		
1.7.6 环境光传感器	29		
第 2 章 射频器件	31		
2.1 天线	31		
2.2 双工滤波器	31		
2.3 天线开关	33		
2.3.1 天线开关	33		
2.3.2 天线开关模组	35		
2.3.3 射频前端模组	37		
2.3.4 检修天线开关电路	43		
2.4 滤波器	45		
2.4.1 接收射频滤波器	45		
2.4.2 接收中频滤波器	50		
2.4.3 发射射频滤波器	51		
2.5 平衡 - 不平衡变换器	54		
2.6 定向耦合器与隔离器	56		
2.6.1 定向耦合器	56		
2.6.2 隔离器	58		
第 3 章 射频模块	59		
3.1 射频 VCO	59		
3.1.1 VCO 概述	59		
3.1.2 手机中的射频 VCO	60		
3.1.3 识别 VCO 模组接口	63		
3.1.4 射频 VCO 信号	64		
3.1.5 检修射频 VCO 故障	66		
3.2 发射 VCO	69		
3.2.1 手机中的发射 VCO	69		
3.2.2 发射 VCO 模组的接口	72		
3.2.3 发射 VCO 电路的信号	72		
3.2.4 检修发射 VCO 故障	75		
3.3 功率放大器模组	76		
3.3.1 手机中的功率放大器	76		
3.3.2 功率放大器电路中的 信号	81		
3.3.3 检修功率放大器电路 故障	85		
3.4 射频前端模组	86		
3.5 射频芯片	89		
3.5.1 手机中的射频芯片	89		
3.5.2 射频芯片 HD155128TF	91		

3.5.3	射频芯片 SKY74963	96	5.5	按键	145
3.5.4	射频芯片 RF9006	100	5.5.1	电源开关键	145
3.5.5	全集成的射频芯片	101	5.5.2	数字与功能按键	146
第4章	基带芯片	105	5.6	蜂鸣器与振动器	150
4.1	基带电路芯片	105	5.6.1	蜂鸣器	150
4.1.1	电源管理器	105	5.6.2	振动器	151
4.1.2	基带芯片	108	第6章	接插件类器件	154
4.1.3	存储器	111	6.1	SIM/USIM 卡连接器	154
4.2	基带芯片电路	113	6.2	存储卡连接器	157
4.2.1	数字基带	113	6.3	系统连接器	160
4.2.2	模拟基带单元	119	6.4	电池连接器	165
4.3	实例电路	120	6.5	射频连接器	169
4.3.1	ABB 与 PMU	120	6.6	电路板连接器	170
4.3.2	数字基带电路	122	第7章	模块类器件	172
第5章	人机界面类器件	125	7.1	照相机模组	172
5.1	受话器与扬声器	125	7.2	红外模组	177
5.1.1	受话器	125	7.3	和弦音模组	179
5.1.2	扬声器	128	7.4	收音机模组	182
5.2	送话器	132	7.5	GPS 模组	186
5.2.1	模拟送话器	132	7.6	蓝牙模组	190
5.2.2	数字送话器	135			
5.3	耳机插座	137			
5.4	显示器	140			

第 1 章 基础元器件

1.1 电阻器

任何物质都有阻止电流流动的特性，物质的这种阻挡电流的特性被称为电阻。

我们通常说的“电阻”实际上指的是电阻器，是一种元件。交流信号与直流信号都可以通过电阻，但会有一定的衰减。在电路中，电阻通常用如图 1.1 (a) 或图 1.1 (b) 所示的图形符号来表示。

电阻的单位是欧姆 (Ω)，常用的还有千欧 ($k\Omega$) 和兆欧 ($M\Omega$)。

电路中的电子元器件种类很多，不同种类的元器件都会用一些特定的字母来表示。电阻在电路中用字母“R”表示。但电路中会有许多电阻，单用字母“R”不能准确描述每一个电阻。为此，采用字母“R”加数字的形式来表示电路中的电阻，以方便对电路进行描述。比如，一个电路中有 10 个电阻，则可以用 R1、R2……R10 或 R101、R102……R110 来分别表示这 10 个电阻。这样，在进行电路描述时，可以简单明了地指明所需要描述的电阻。

这种表示方法对于电容、电感、二极管、三极管、集成电路等元器件都是适用的。

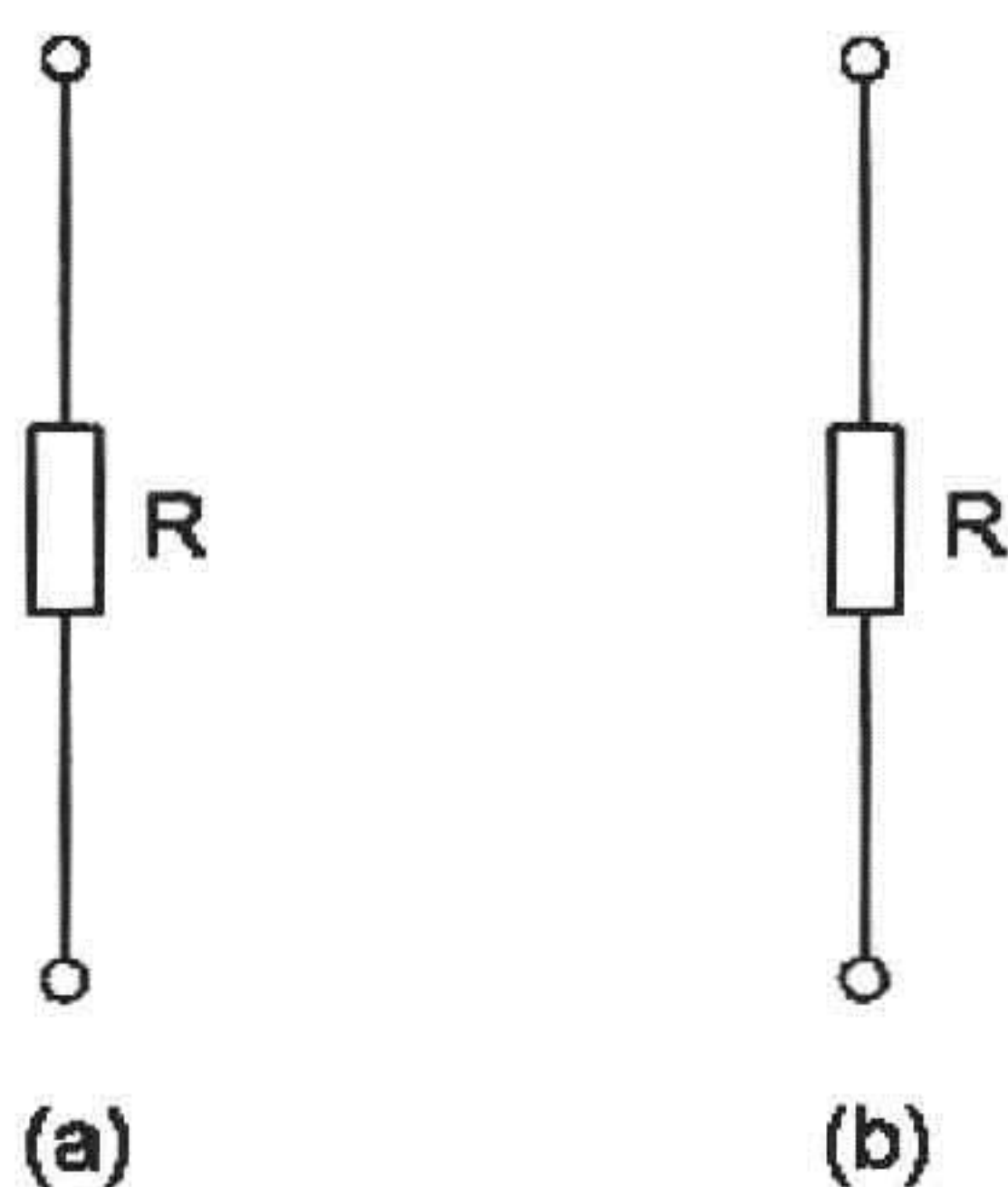


图 1.1 电阻的图形符号

1.1.1 SMD 电阻

电阻在低频时表现出来的主要特性是电阻特性，但在高频时，不仅表现出电阻特性，还表现出电抗特性的一面，这对于射频电路非常重要。

在射频电路中，一个引线电阻的等效电路可用图 1.2 来表示。其中的 L 是引线电感，C1 模拟电荷分布效应；C2 为引线间电容；R 为电阻。

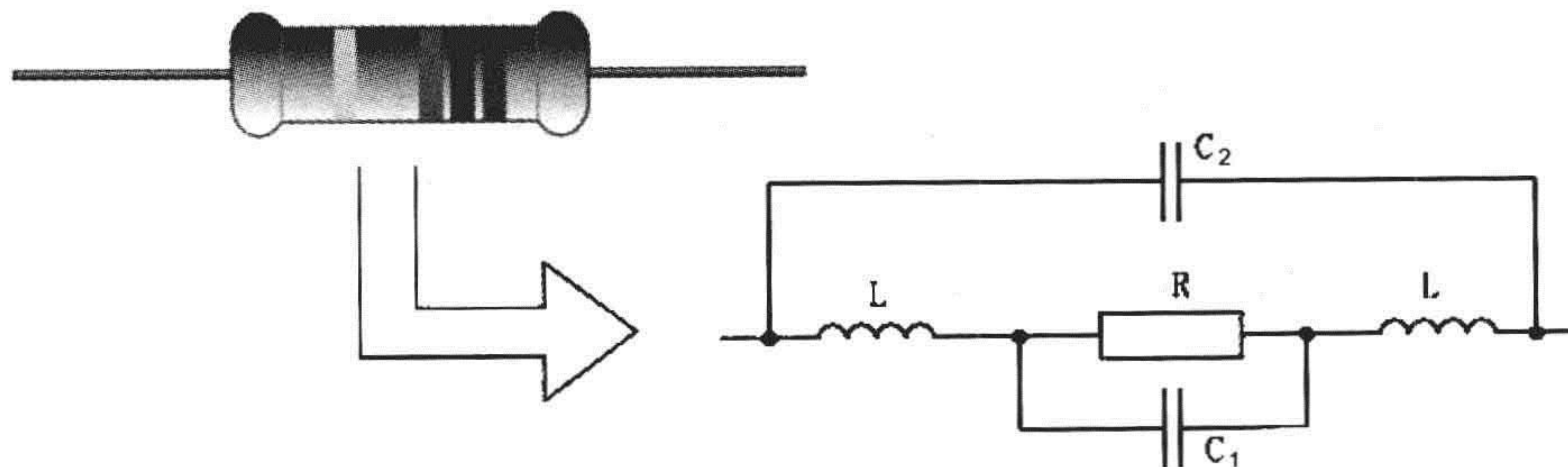


图 1.2 一个高频电阻的等效电路表示法

根据图 1.2 可知，电阻在射频电路中的特性不能像在直流（或低频）电路中那样满足欧姆定律。由于分布电容的存在，一个电阻器的实际阻值将会随工作频率的升高而减小。这

一分布电容总是与电阻并联，对通过该电阻器的电阻进行分流，从而减小该电阻器的有效值。

随着频率的进一步升高，引线电感将对电路产生巨大的影响。为了减小元件引线电感带来的影响，在射频领域，表面安装器件（SMD）是相对理想的器件。

由于表面安装电阻器的引线带来的引线电感很小，对电阻器标称值来说，其电抗效应可以忽略不计。而且，元件的封装尺寸越小，就越能减小不良的分布电容的影响。SMD 电阻的封装尺寸有多种，如 0402、1206、2010、0805、0603、0201 等。

手机中的电阻基本上都是 SMD 电阻，采用 0603、0402 封装的比较多。图 1.3 是几个实际的 SMD 电阻。手机中电阻的两端基本上都是银白色，是电阻的焊接点，中间大多为黑色。

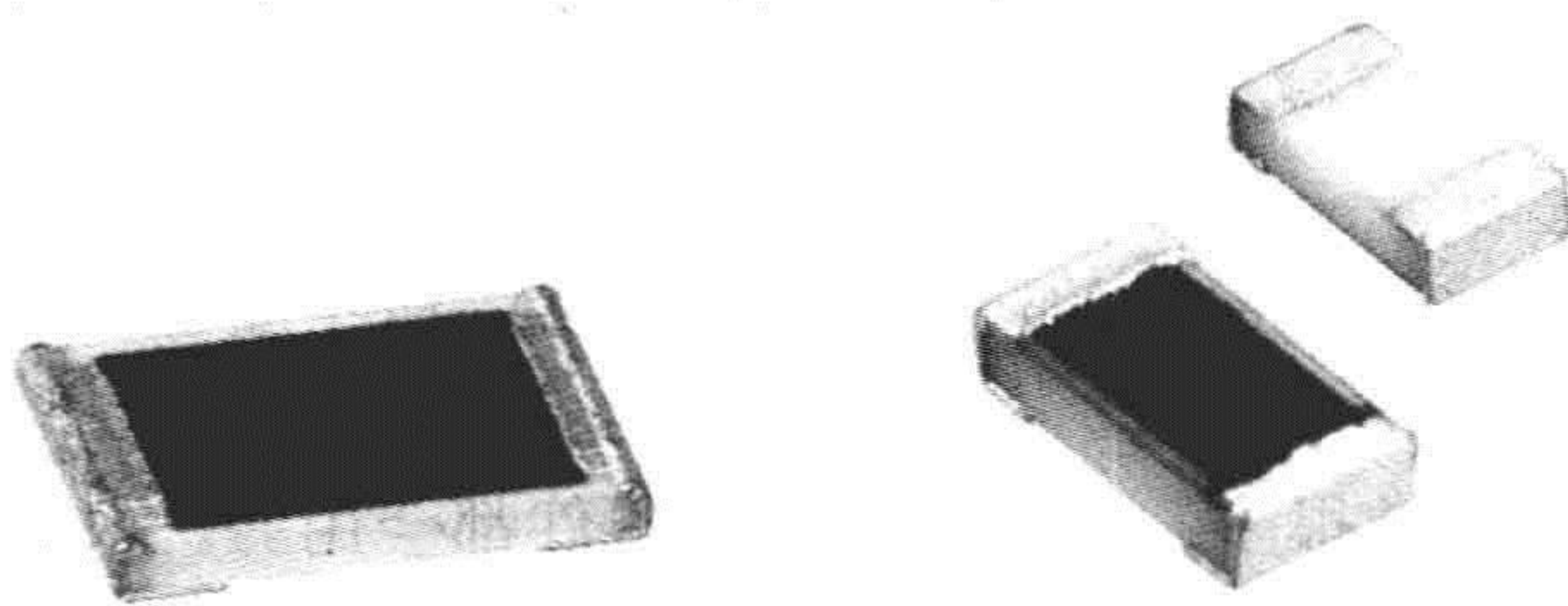


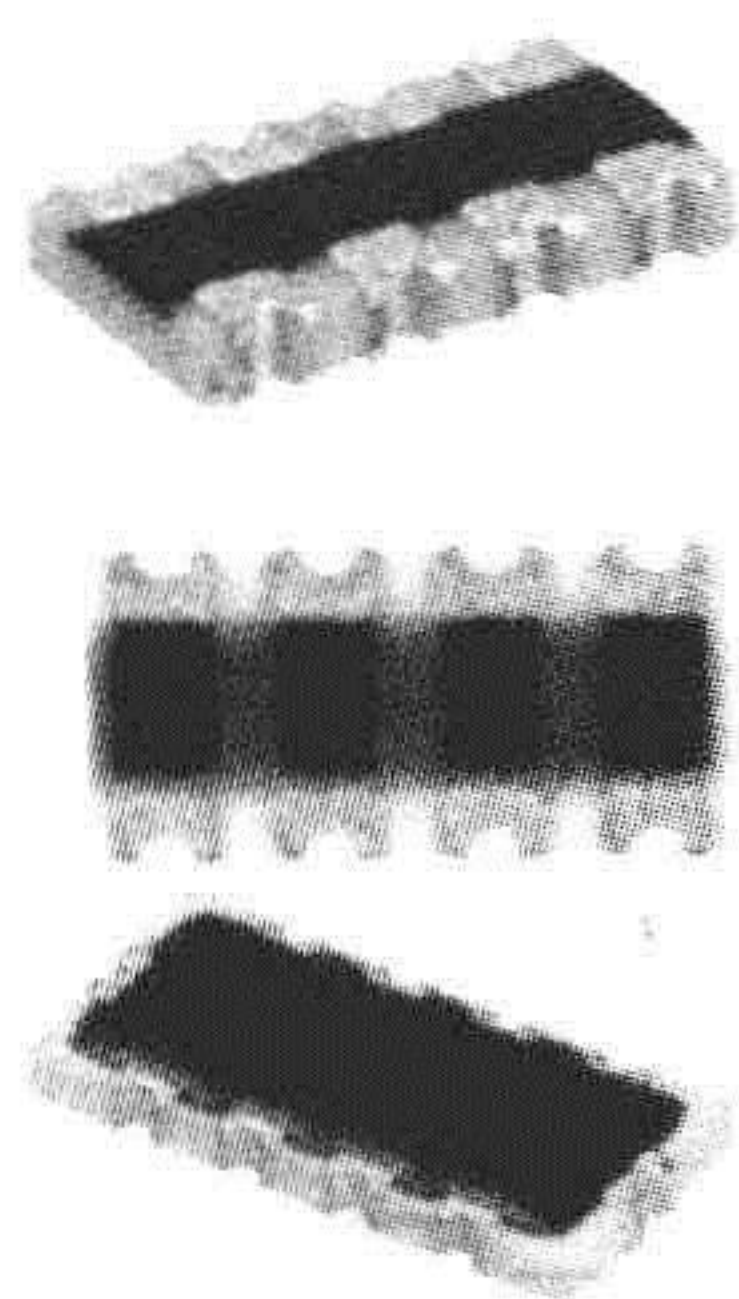
图 1.3 SMD 电阻

▷▷ 1.1.2 手机中的电阻器

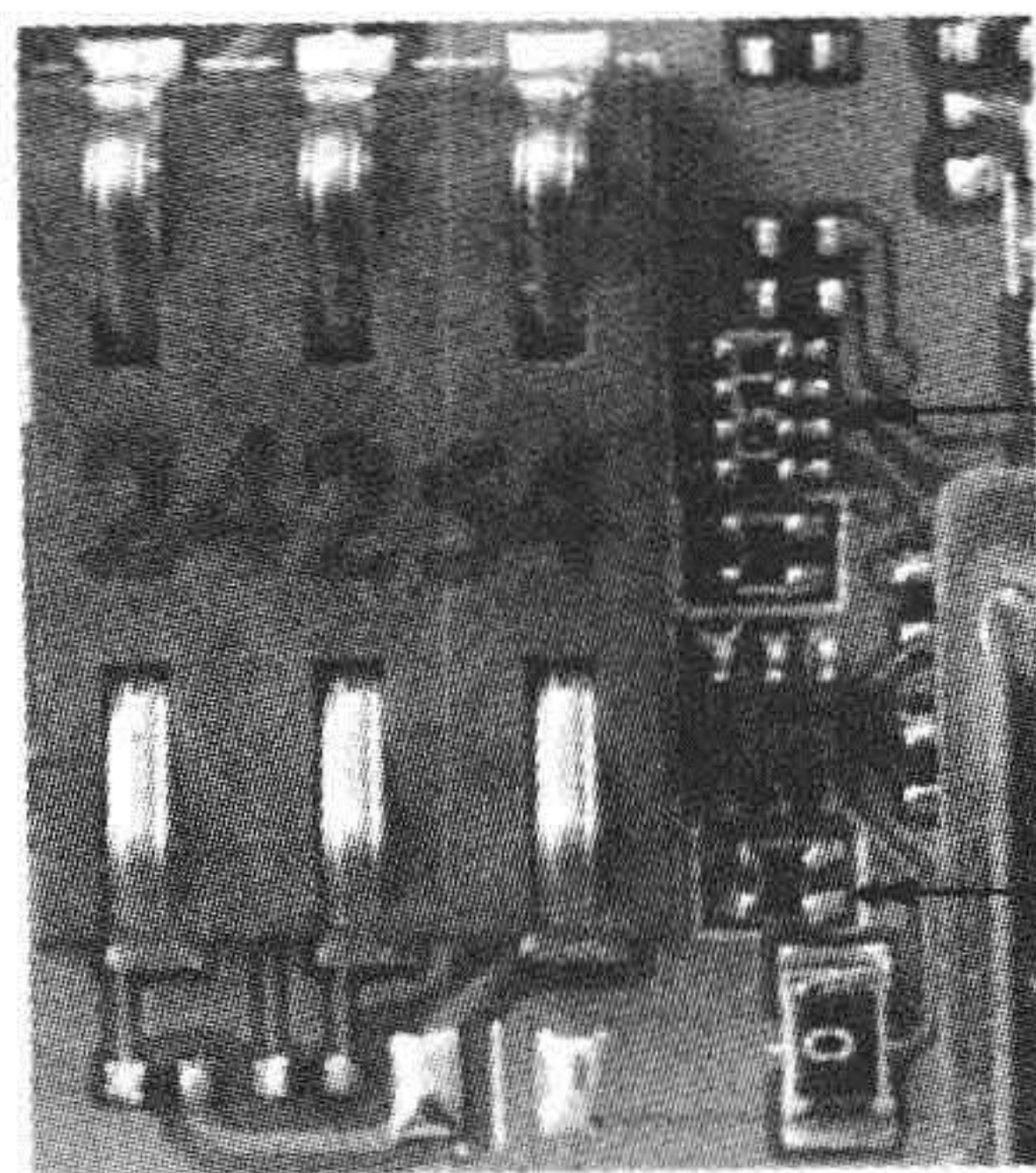
1. 电阻阵列

在手机中，常常会采用一些电阻器组件，这些组件由多个电阻器以不同的连接方式被制作在一起。这些电阻器组件称为电阻阵列或电阻网络（也有时称为“排电阻”）。

电阻阵列具有体积小、质量小、可以高密度安装、可靠性高、可焊性好的特点。使用电阻网络（或电阻阵列）可减小元器件在电路板上所占的空间。图 1.4 是几个不同的 SMD 电阻器组件。



(a) 电阻阵列



(b) 松下 A100 手机中的电阻阵列

图 1.4 电阻阵列示例

在电路图中，电阻器组件使用同一个标号。比如在如图 1.5 所示的手机电路中，R500 就是一个电阻阵列，它包含 4 个独立的电阻器。

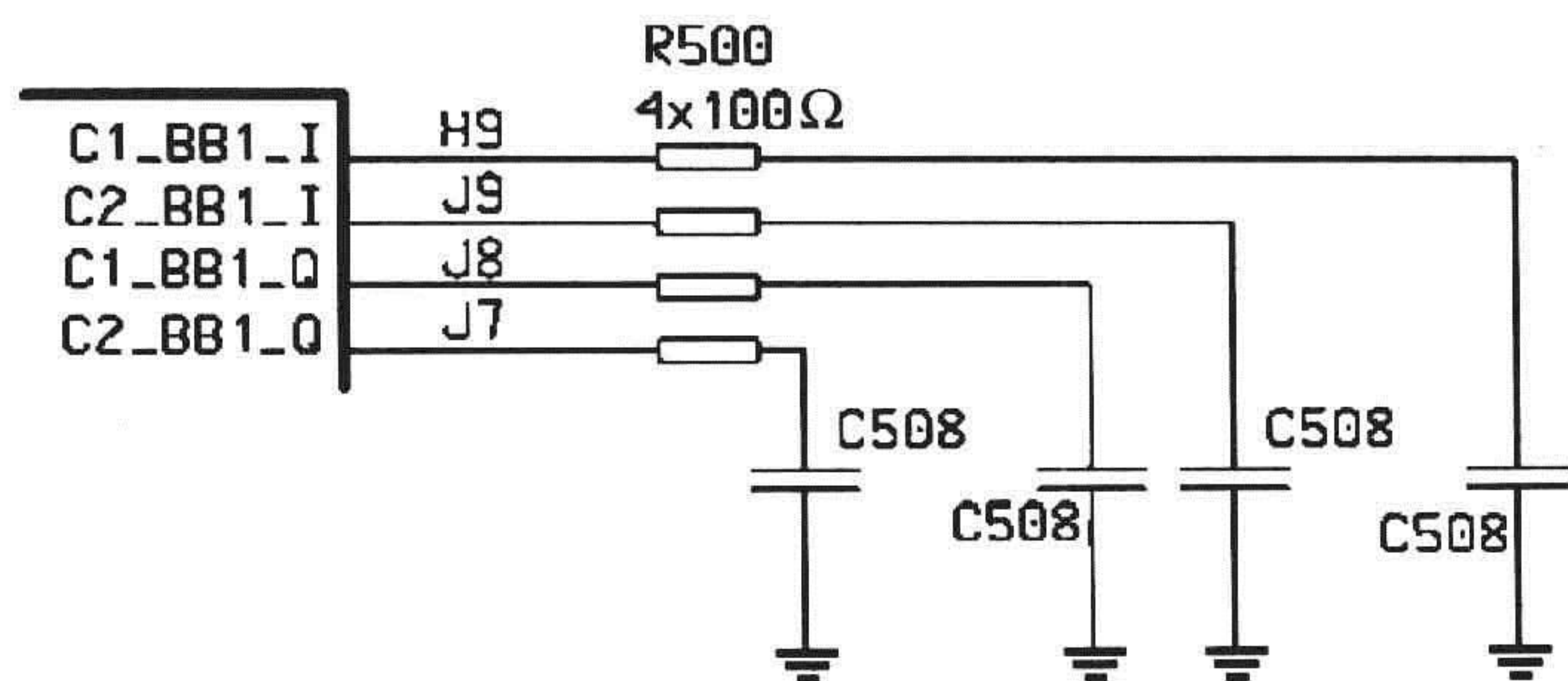


图 1.5 电阻阵列的电路示意图

2. 压敏电阻

压敏电阻 (VARISTOR) 是电阻值对电压敏感的一种电阻器, 图 1.6 是压敏电阻的几种图形符号。

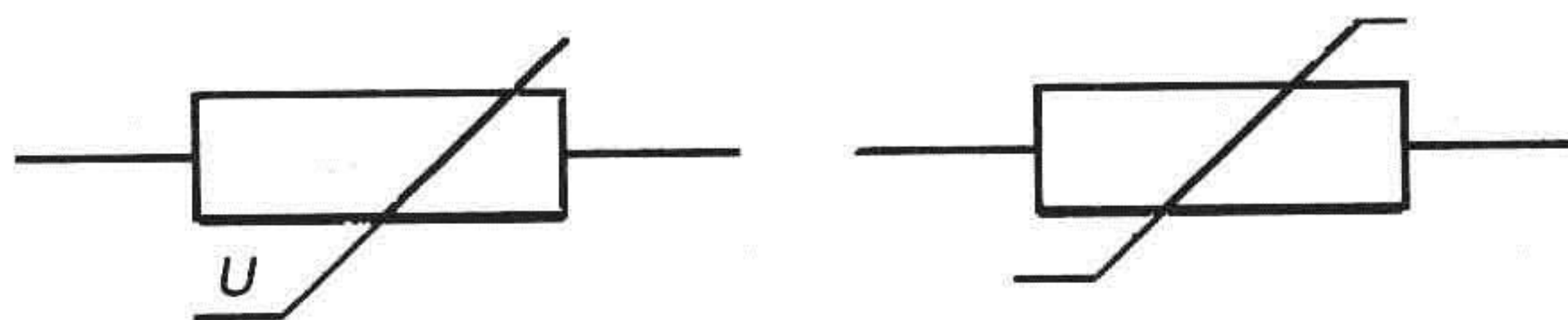


图 1.6 压敏电阻的图形符号

压敏电阻器的电阻体材料是半导体。现在大量使用“氧化锌”(ZnO) 压敏电阻器。图 1.7 是两个 SMD 封装的压敏电阻。

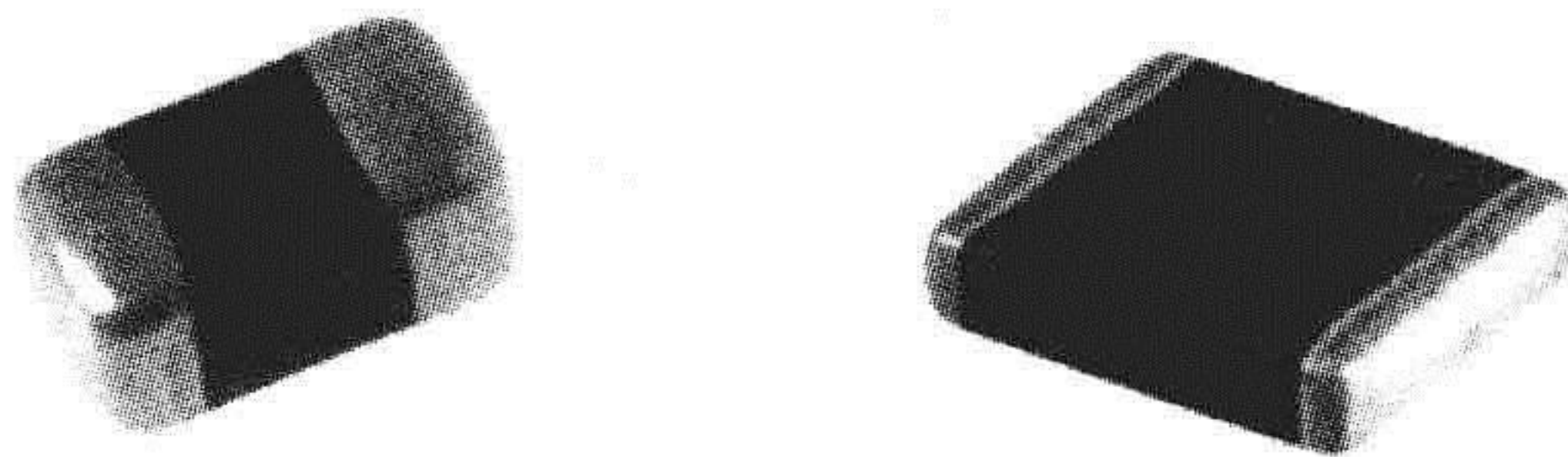


图 1.7 两个压敏电阻

压敏电阻在电路中通常起保护电路的作用, 防止因静电放电、浪涌及其他瞬时电流 (如雷击等) 而造成对电路的损坏。使用时只须将压敏电阻并接于被保护的设备电路上即可。当电压瞬间高于某一数值时, 压敏电阻的阻值迅速下降, 产生大电流, 从而保护设备或电路; 当电压低于压敏电阻器工作电压值时, 压敏电阻器阻值极高, 近乎开路, 因而不会影响器件或电器设备的正常工作。手机中的一些接口电路, 如背景灯、SIM 卡、按键等电路中常常会用到压敏电阻。图 1.8 是松下 X100 手机受话器电路, 其中的 VR3、VR2 就是压敏电阻。

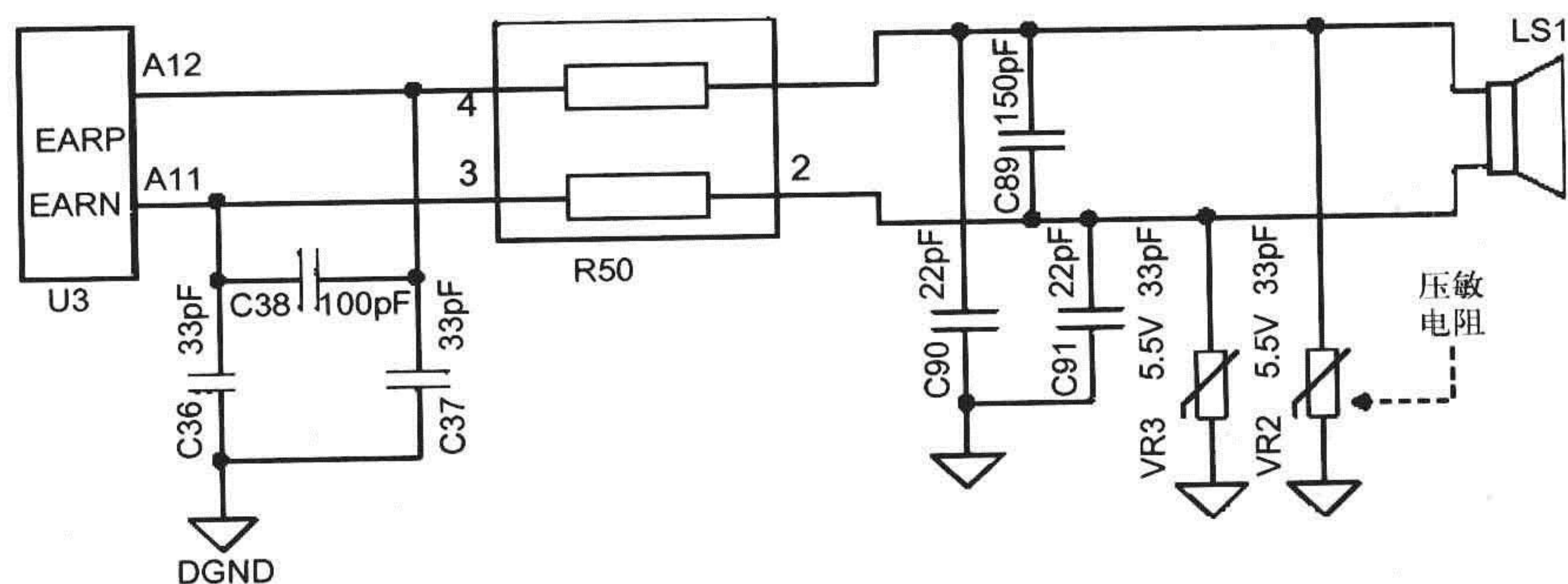


图 1.8 松下 X100 手机受话器电路

3. 热敏电阻

热敏电阻是电阻值对温度极为敏感的一种电阻器，也称半导体热敏电阻。图 1.9 是热敏电阻的图形符号及一个 SMD 热敏电阻器实物。

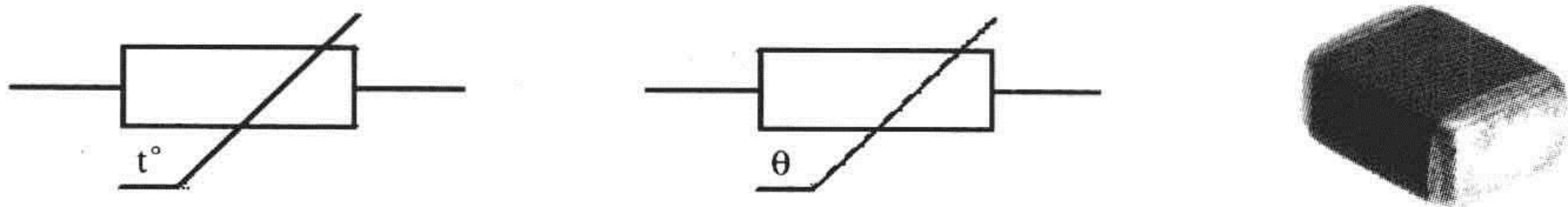


图 1.9 热敏电阻的图形符号及实物图

热敏电阻具有一系列特殊的性能，最基本的特性是其阻值随温度的变化有极为显著的变化，以及伏安曲线呈非线性。

热敏电阻器种类较多，按其受热方式的不同可分为直热式热敏电阻器和旁热式热敏电阻器；按温度系数不同可分为正温度系数（PTC）热敏电阻和负温度系数（NTC）热敏电阻器。

负温度系数热敏电阻器的最大特点是电阻值与温度的变化成反比，即电阻阻值随温度的升高而降低，当温度大幅升高时，电阻阻值也大幅下降。

正温度系数热敏电阻器的阻值随温度升高而增大，而且阻值的变化与温度的变化成正比关系，但电阻器的温度超过一个定值时，其阻值将急剧增大，当增大到最大值时，阻值将随温度的增加而开始下降。

图 1.10 是摩托罗拉手机 V3M 中的射频单元温度监测电路，热敏电阻 RT349 与电阻 R349 组成电阻分压器，当射频单元的温度发生变化时，分压器输出的 PHONE_THERM 信号电压也发生变化。

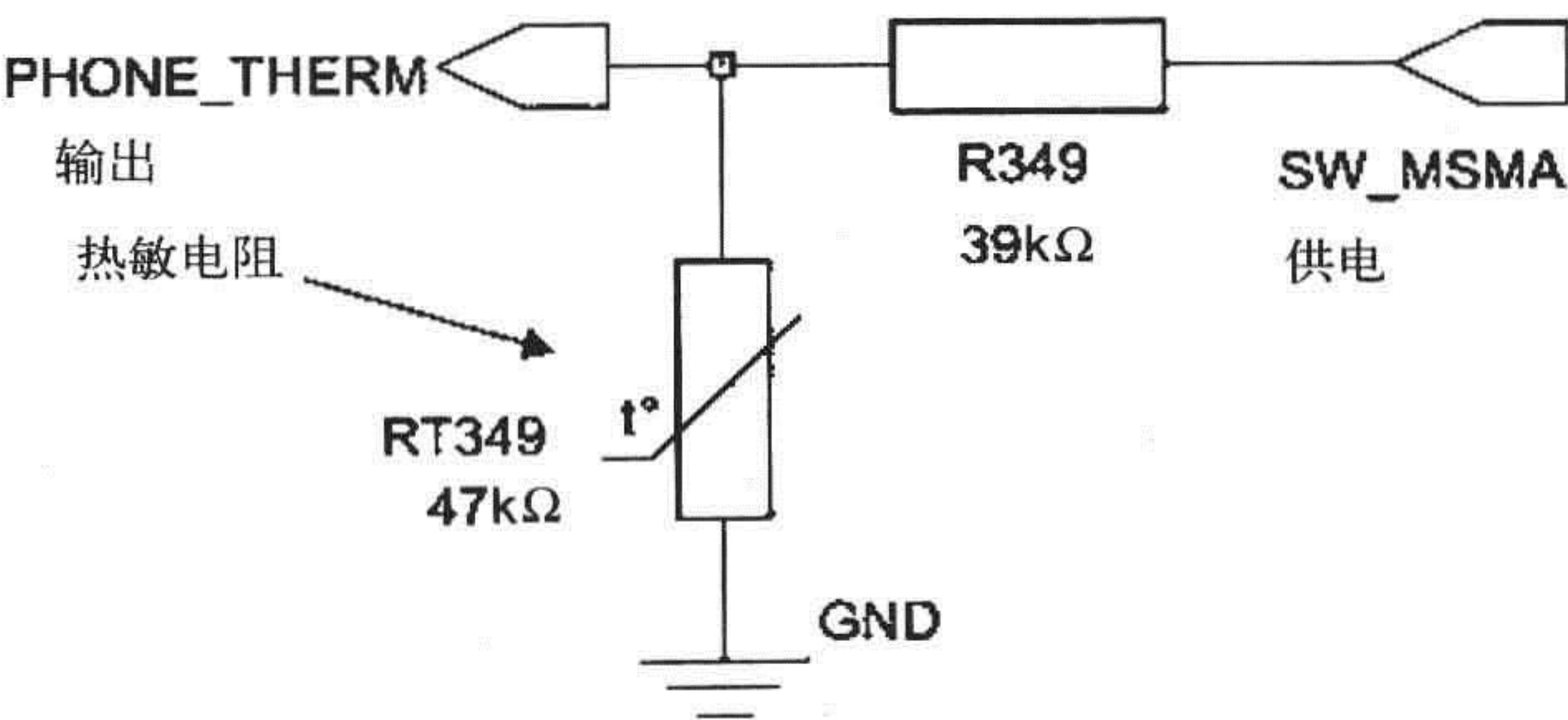


图 1.10 摩托罗拉 V3M 手机中的射频单元温度监测电路

►► 1.2 电容器

除电阻器外，电容器是另外一种最常用的电子元件。电容器是无源器件。电容器的种类很多，若按其介质种类来分，有纸质电容、涤纶电容、陶瓷电容等。

电容在电路中用字母“C”标示，常用如图 1.11（a）或图 1.11（b）所示的图形符号来表示。图 1.11（b）所示的电容符号常见于国外的电路图中。



图 1.11 电容的图形符号

电容的单位是法拉 (F)，常用的单位是皮法 (pF)、微法 (μF) 与纳法 (nF)。电容最主要的特性是：电容两端的电压不能突变；电容通交流，隔直流。

▷▷ 1.2.1 SMD 电容器

电容在低频时表现出来的主要特性是电容特性，但在高频时，不仅表现出电容特性，还表现出电抗特性的一面，这对于射频电路非常重要。

引线电容在射频电路中的特性可用如图 1.12 所示的等效电路来描述。其中的 L 、 R 、 R_p 为寄生参量。 L 是引线电感， R 为引线导体损耗的串联电阻， R_p 为介质损耗电阻， C 为电容。

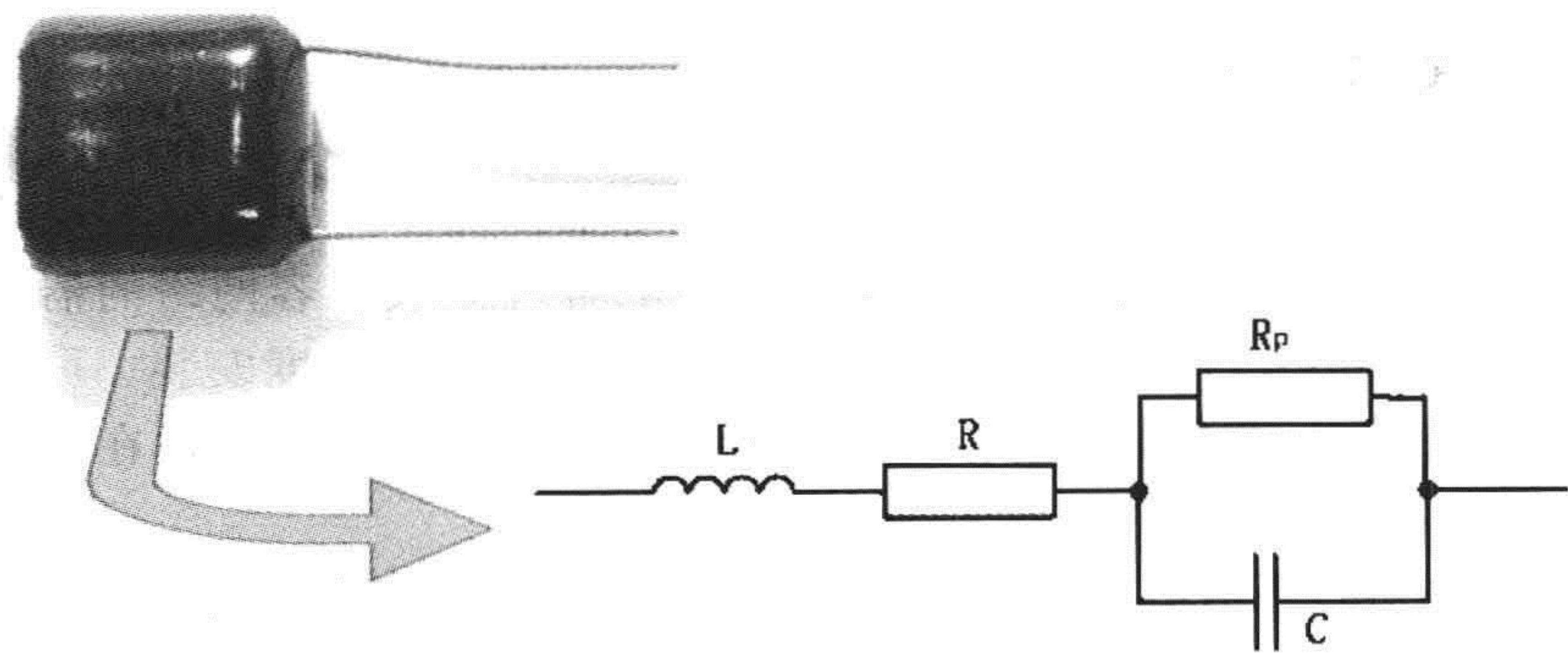


图 1.12 引线电容的高频等效电路

随着频率的进一步升高，引线电感将对电路产生巨大的影响。为了减小元器件引线电感带来的影响，在射频领域，表面安装器件 (SMD) 是相对理想的器件，在手机等移动通信设备中，通常采用片式封装的电容。图 1.13 是一些片式封装的 SMD 电容器，图 1.14 则是 SMD 电解电容及其极性标识图。

由于表面安装电容器的引线带来的引线电感很小，对电容器标称值来说，其电抗效应可以忽略不计。SMD 电容的封装尺寸有多种，如 0402、1206、2010、0805、0603、0201 等，手机电路中采用 0603、0402 封装的比较多。手机电路中电容的外观与电阻的外观有一点相似，两端的焊接点为银白色，只不过其中间的大部分通常为灰色或者是黄色（也有淡蓝色的）。

SMD 电解电容的正极、负极的辨认很方便，通常电解电容的外观都是长方体，颜色以黄色和黑色最常见。电容的正极一端有一条色带，如图 1.14 所示（电容的色带通常是深黄色；黑色的电解电容的色带通常是白色）。

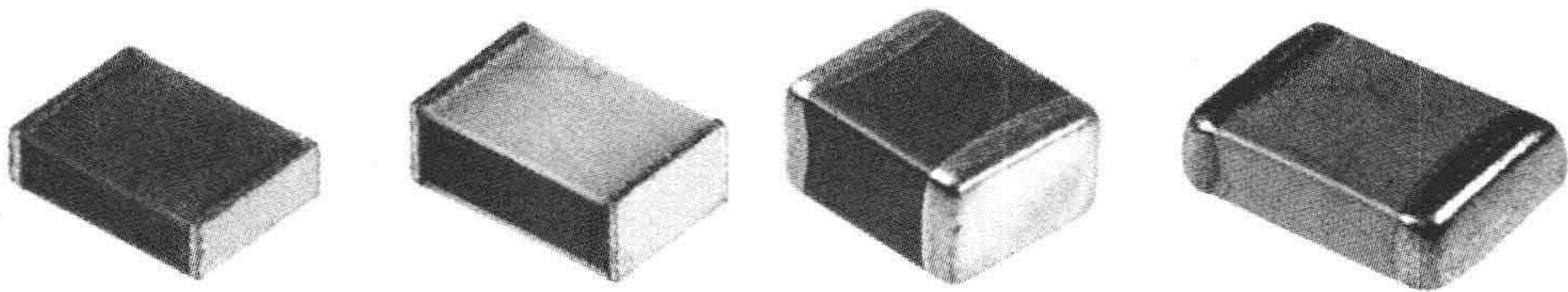


图 1.13 片式封装的 SMD 电容器

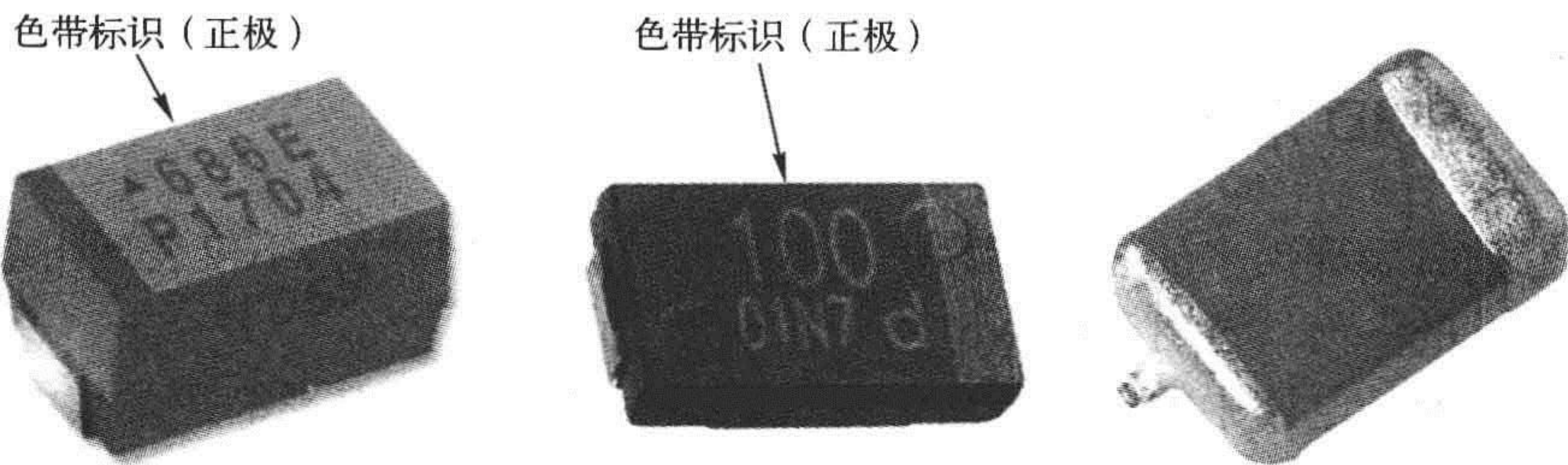


图 1.14 SMD 电解电容及其极性标识图

▷▷ 1.2.2 电容阵列

在电容器的实际应用中，常常会使用一些电容器组件，这些电容器组件是多个电容器以不同的连接方式被集成在一起，得到被称为电容阵列或电容网络的器件。电容网络是电容器集成的复合元器件，具有体积小、质量小、可以高密度安装、可靠性高、可焊性好的特点。在实际电路中使用电容网络（或电容阵列）可减小器件在电路板上所占的空间。

直插封装的电容器不适用于手机电路，手机电路中通常使用表面安装技术（SMT）的电容网络（或电容阵列）器件。图 1.15 是一些连接方式不同的电容阵列。

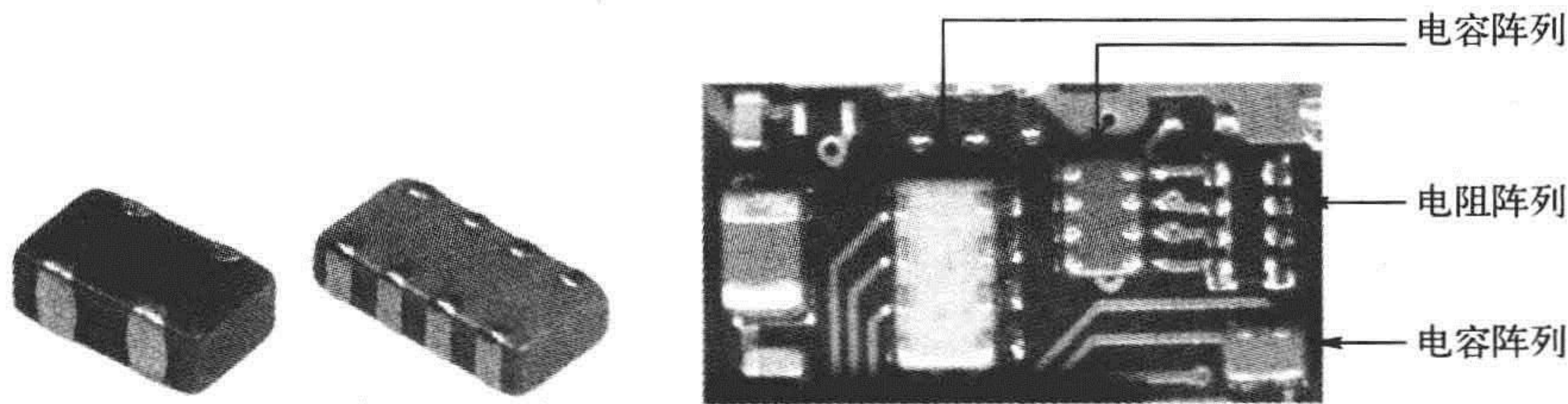


图 1.15 电容阵列实物图

图 1.16 是手机的 TXIQ 电路图，图中的 C523 就是一个电容阵列，它包含 4 个 470pF 的电容。

需要注意的是，不论是哪一种类型的电容网络（阵列），器件的外观相同并不表示其内部电路也一样。在使用这些器件时，应注意型号的匹配（搞清楚其内部电路），而不应仅凭器件外观来判断使用，否则，可能对电路或设备带来大的损害。

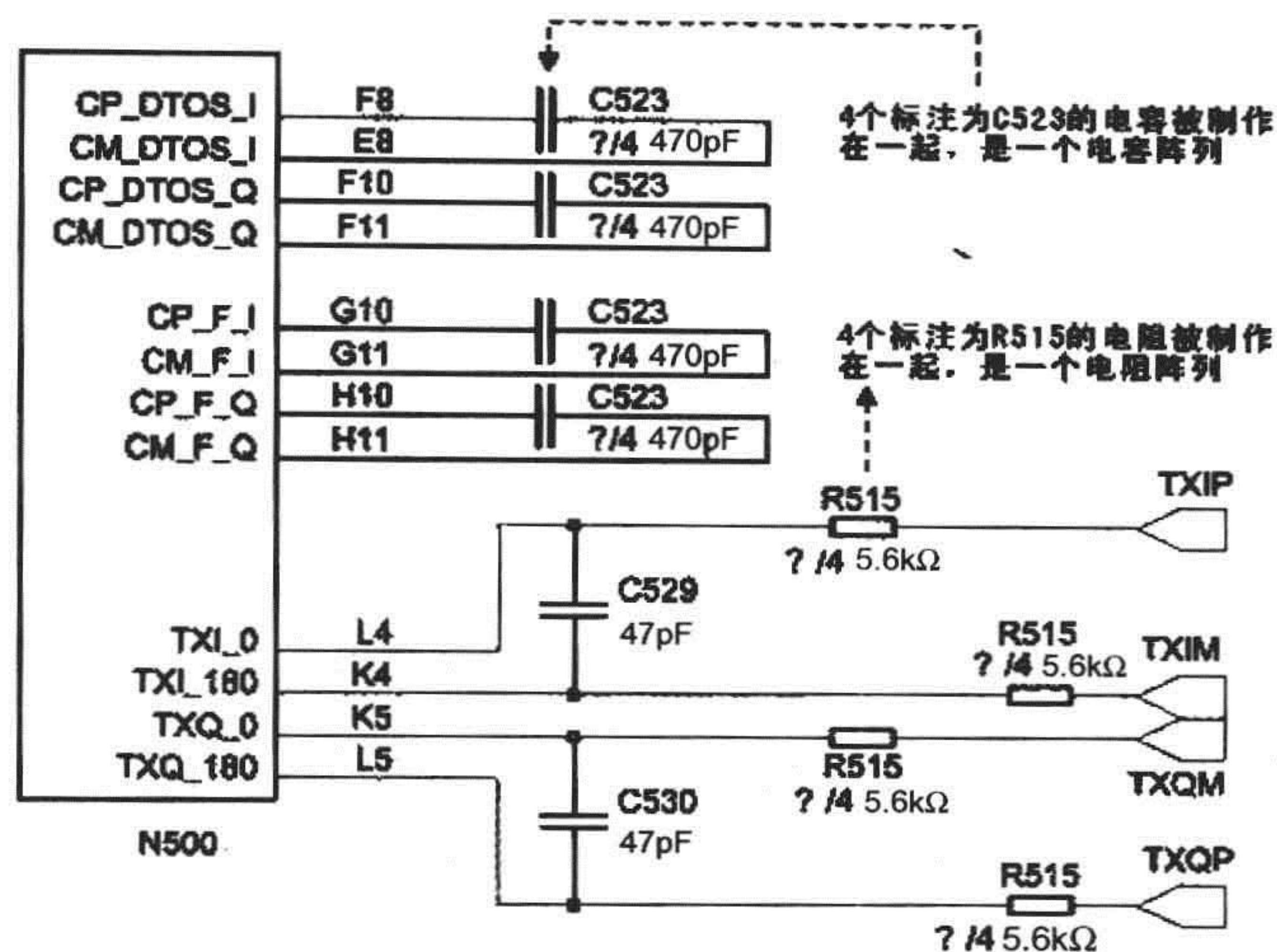


图 1.16 手机的 TXIQ 电路图

1.3 电感器

电感器是一种利用磁场来存储能量的无源器件，是电子电路中常用的元器件之一。将一根漆包线或纱包线绕在铁芯或磁芯上就成为一个电感，或一个空心线圈就是一个电感。在一定的条件下，一根特殊的印制铜线即构成一个电感。电感的主要物理特征是将电能转换为磁能，并储存起来，也可以说它是一个存储磁能的元器件。电感是利用电磁感应的原理进行工作的。

在电路中，通常用如图 1.17 (a) 所示的符号来表示固定值的电感器，图 1.17 (b) 所示的符号被用来表示有铁（磁）芯的电感。

电感器在电路中用字母“L”表示。电感的单位是亨（H），常用的单位是毫亨（mH）、纳亨（nH）。

电感器有两个重要的特性：流过电感器的电流不能突变；电感通直流，阻交流。

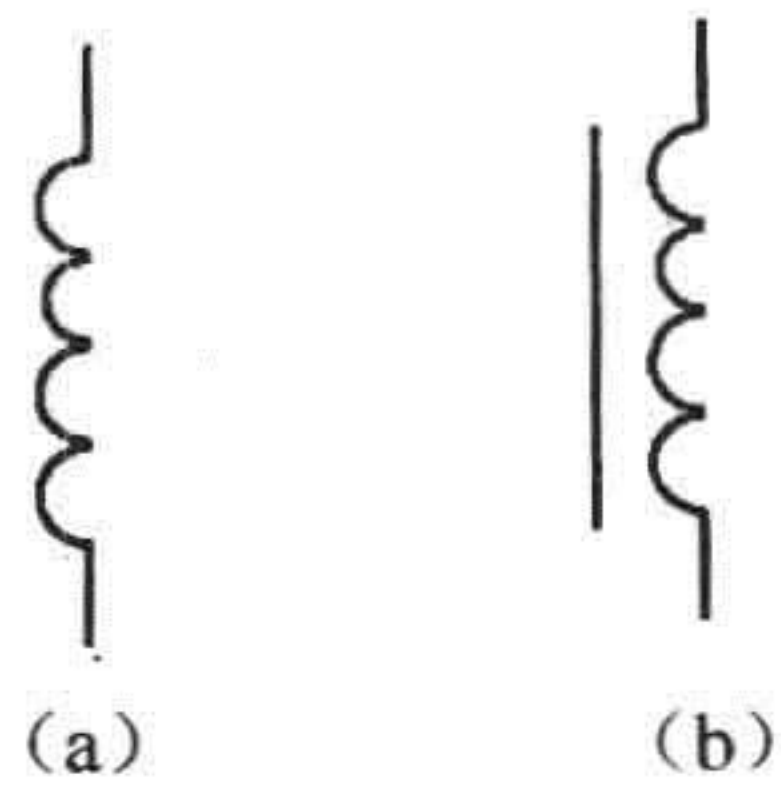


图 1.17 电感器的图形符号

1.3.1 手机中的电感

手机中通常使用表面安装的 SMD 电感。图 1.18 是 SMD 电感器实物图。这一类电感通常只用于手机的电源电路，而且比较少见。

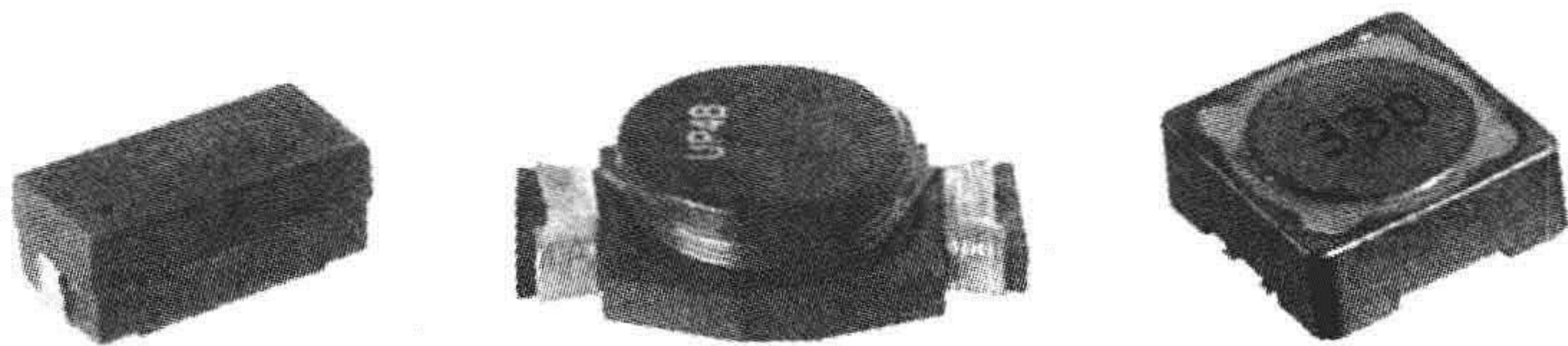


图 1.18 SMD 电感器实物图

在手机电路中，射频电路使用的电感最多。手机中的射频电感通常用于谐振、滤波、移

相等方面。

手机中的射频电感有多层片式、薄膜片式、多层磁屏蔽片式等种类。图 1.19 是一些类型不同的 SMD 电感。

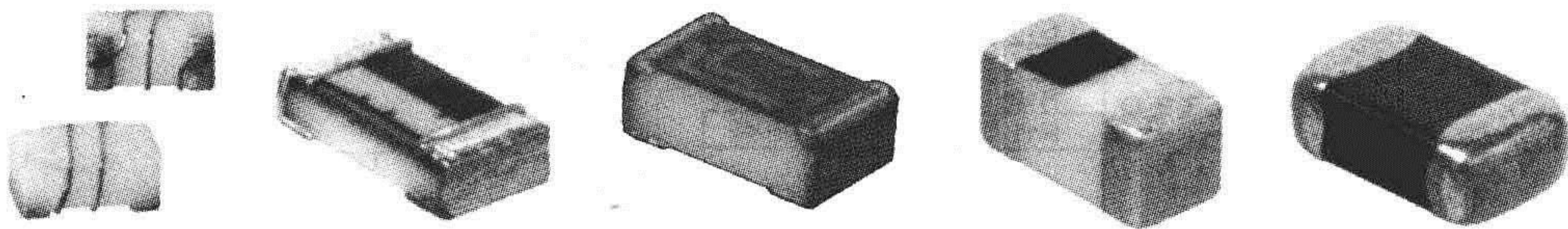


图 1.19 类型不同的 SMD 射频电感

手机射频电路中的电感比较容易识别，电感体的大部分呈白色（也有的是淡蓝色的），两端的焊接点是银白色，有些电感还可以看到线圈（见图 1.19）。

▷▷ 1.3.2 磁珠

磁珠（Bead）是目前发展很快的一种抗（电磁）干扰器件。磁珠的主要原料为铁氧体，颜色为灰黑色。铁氧体磁环或磁珠主要用于抑制高频干扰。

在手机中，通常使用的是片式磁珠。图 1.20 是几个不同的片式磁珠实物图。

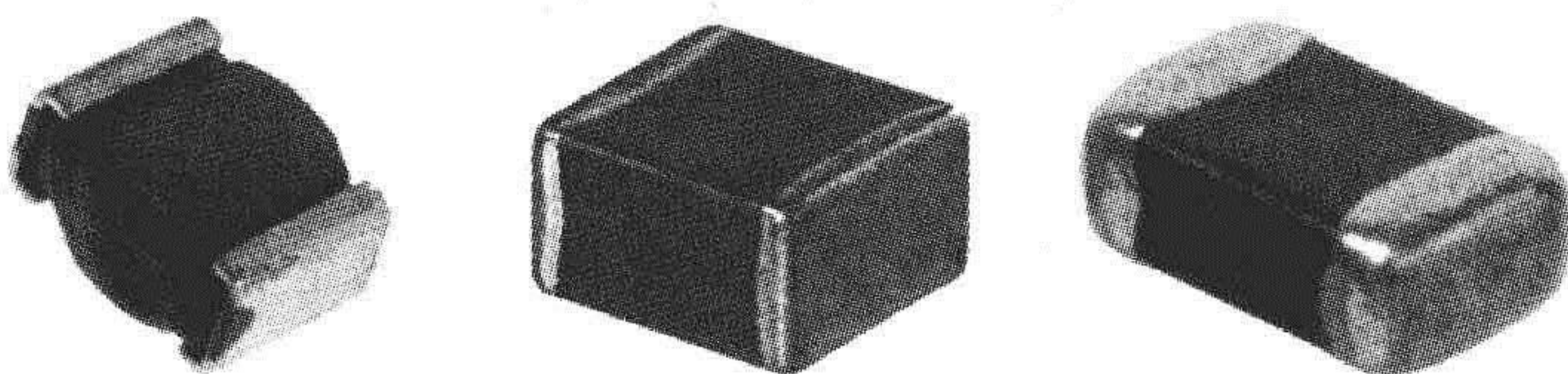


图 1.20 几个不同的片式磁珠实物图



在手机中，磁珠通常用于按键、电源、系统连接器等接口电路。

磁珠的单位是欧姆（ Ω ），而不是亨利（H）。在使用磁珠时，应注意磁珠的阻抗、电流、直流电阻、阻抗/频率曲线等参数。

在识别手机电路图时应注意，电路图中标示“L”的图形符号不一定是电感，需要注意相应器件的图形符号或标注（见图 1.21、图 1.22）。磁珠（Bead）通常会标注频率、欧姆等参数。例如，在图 1.21 中，标注 L130 的器件的图形符号虽然是电感的图形符号，但其参数不是电感的参数（亨，H），而是 42R/100MHz（42 Ω /100MHz）。

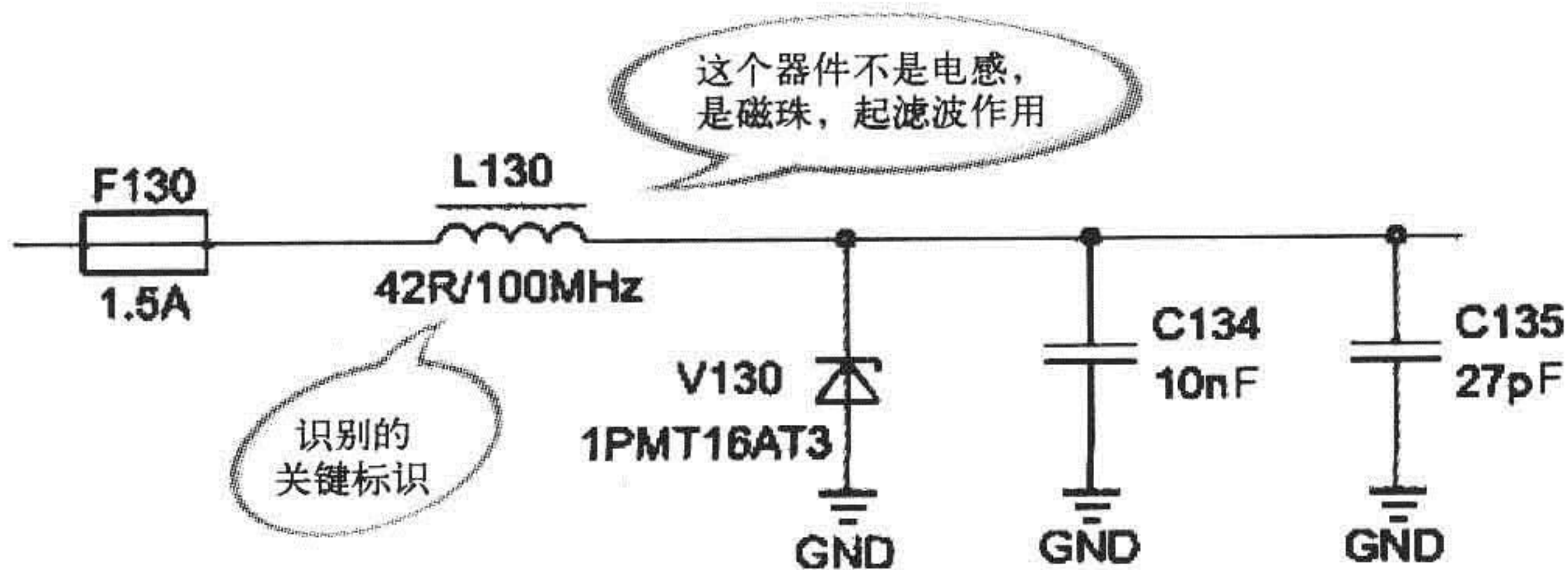


图 1.21 标注“L”的器件不一定是电感

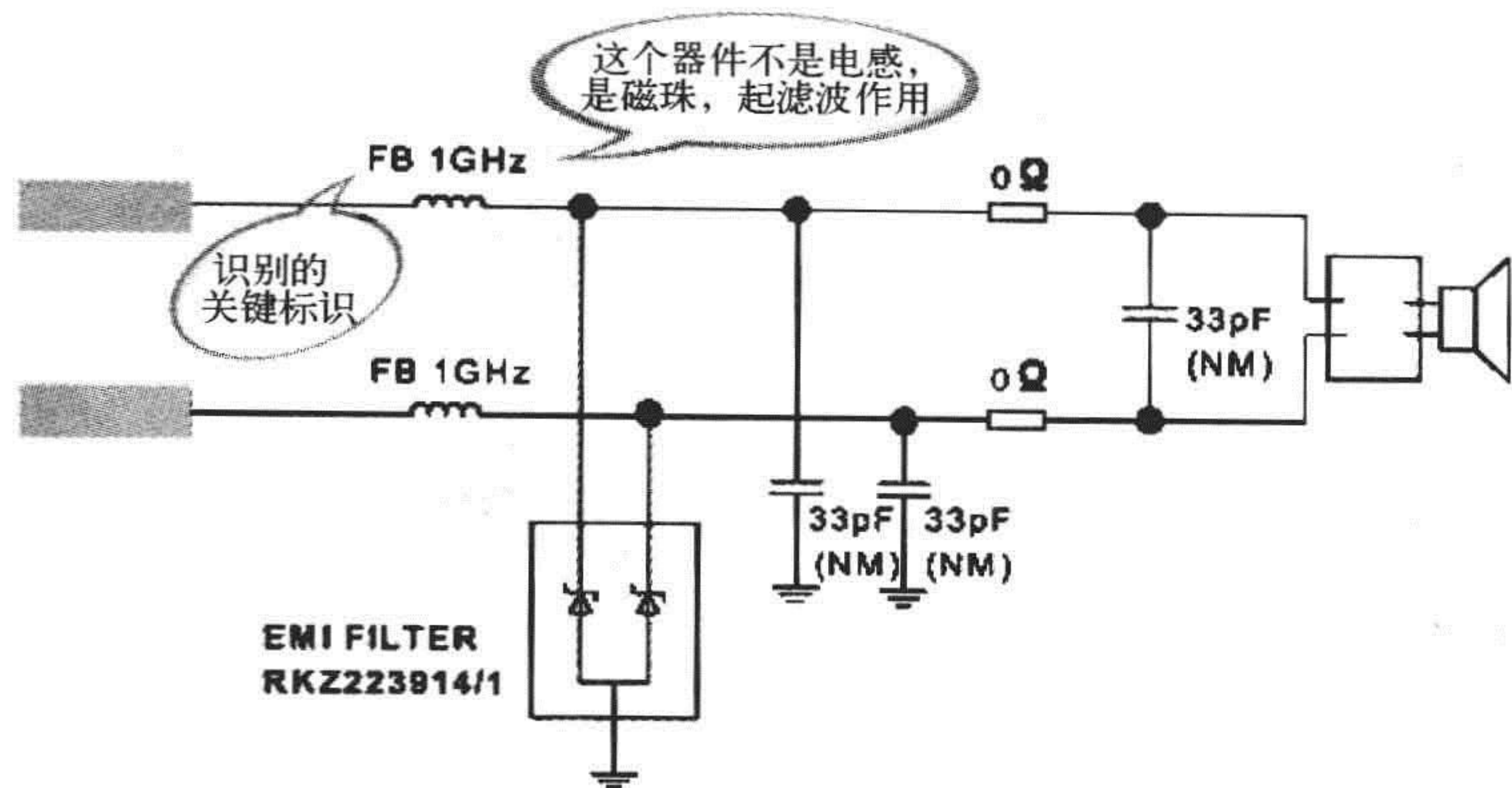


图 1.22 图形符号为电感的器件不一定是电感

▶▶ 1.4 二极管

半导体二极管简称二极管，是用一个 PN 结做管芯，在 PN 结的两端分别引出电极，并把它们封装起来而制成。二极管有两个电极，分别被称为正极（阳极）和负极（阴极）。图 1.23（a）是手机中二极管的实物图。通常，二极管的负极用一条色带来标示。在电路中，一般的二极管用如图 1.23（b）所示的图形符号表示，其中三角箭头表示正向电流的方向，即正向电流从二极管的正极流入，从负极流出。

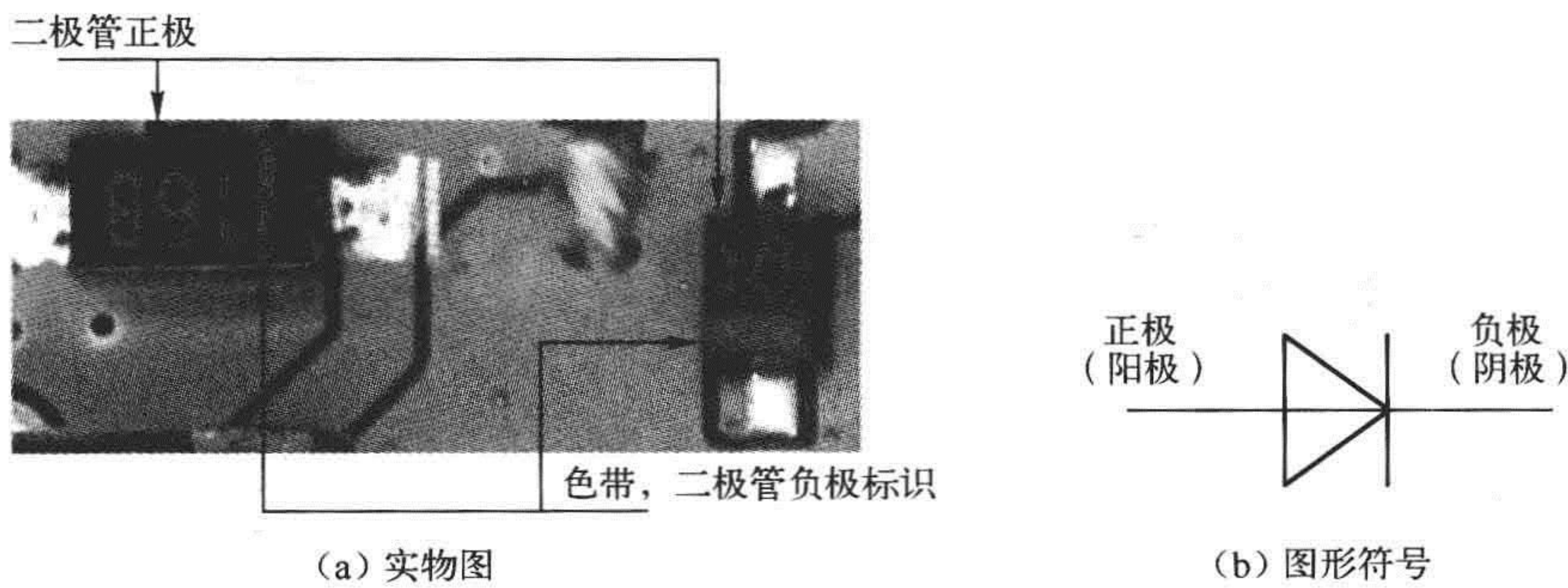


图 1.23 二极管实物图及其图形符号

二极管在电路图中的表示字母不像电阻、电容那样固定，有用 V 的，有用 D 的，也有用 Q 的。但用 V、D、Q 标示的并不一定就是二极管，主要通过电路图形符号来判断该器件是否是二极管。

手机中通常采用 SMD 二极管，图 1.24 是一些 SMD 二极管。在图 1.24 中，有 3 个、4 个引脚的其实是二极管组件或二极管阵列器件，它们通常集成了两个或多个二极管。

手机中的二极管不多，主要是一些特殊二极管，如发光二极管、光敏二极管、变容二极管等。由于高的结电容量，通常的 PN 结二极管不太适合射频微波应用。由金属 - 半导体接触形成的二极管具有低的电容量，可工作在更高频率的电路中。

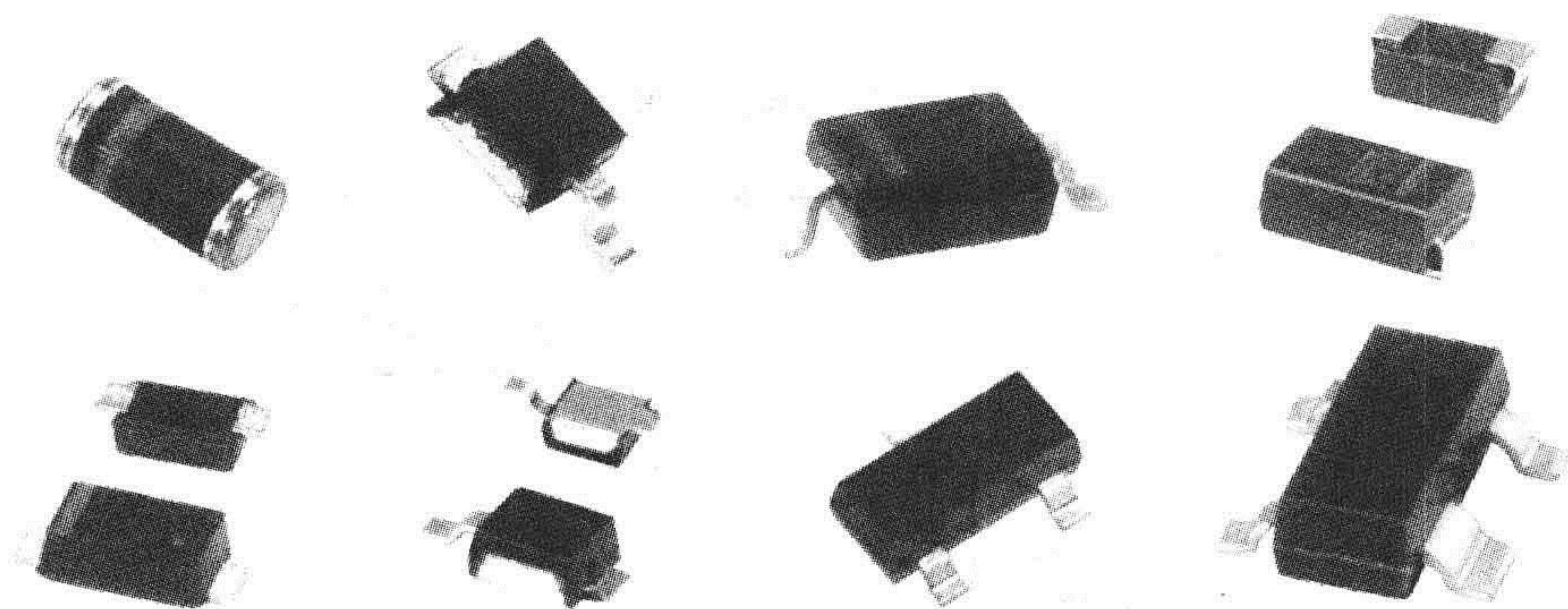


图 1.24 SMD 二极管



大多数情况下，都可以用万用表来检查判断手机中的二极管是否损坏。

▷▷ 1.4.1 变容二极管

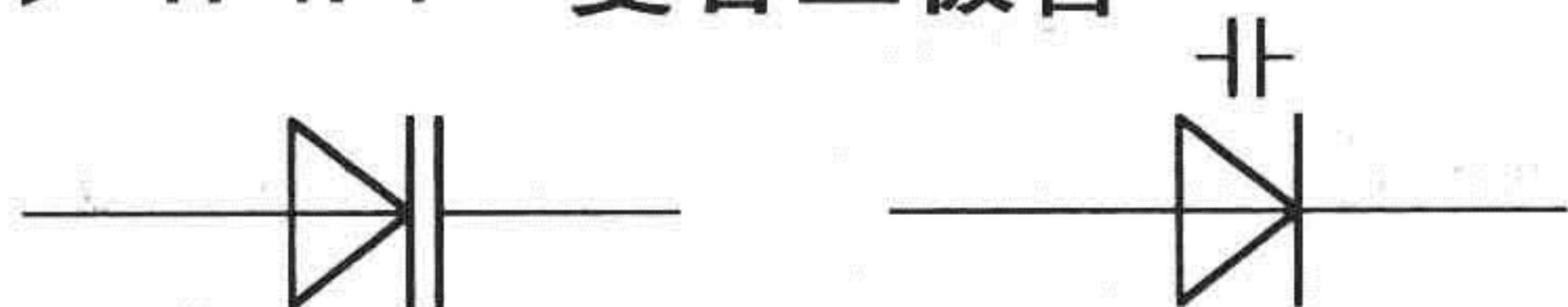


图 1.25 变容二极管的图形符号
是 SMD 变容二极管常见的几种封装形式。

变容二极管 (Varactor) 是一种特殊的二极管，它是利用 PN 结的结电容效应而制成的。变容二极管的图形符号如图 1.25 所示。图 1.26 则

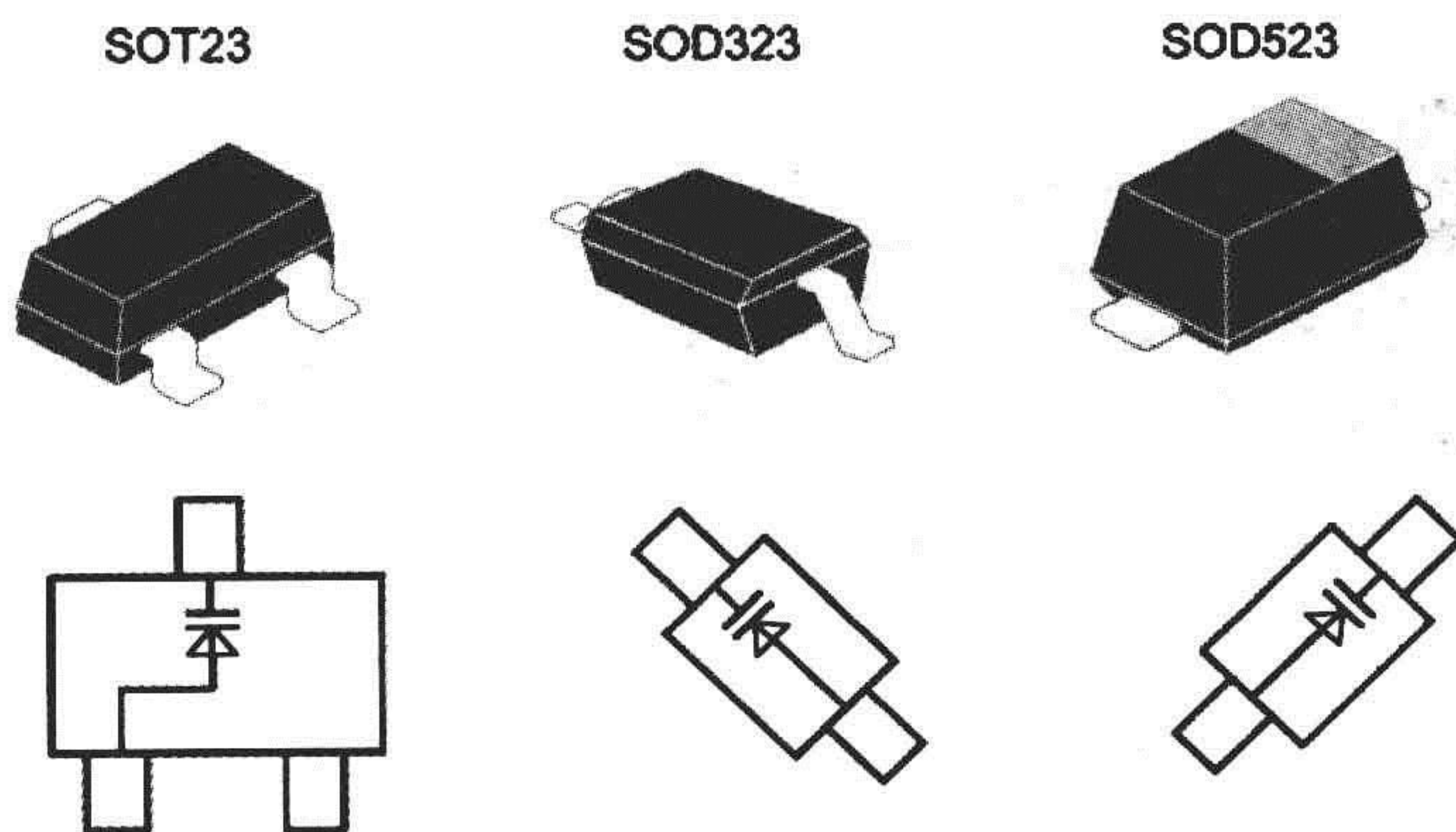


图 1.26 变容二极管的几种封装形式

在图 1.27 中，可以看到一个实际的变容二极管。在三星 A188 手机中，中频 VCO (压控振荡器) 电路的两个变容二极管被集成在一起。

变容二极管与普通二极管有相似之处，都有 PN 结，但也有重要区别。对于一般的半导体二极管，人们总希望尽量减小其结电容，变容二极管却是要利用结电容。

为了使电容效应显著，给变容二极管加上反向

变容二极管

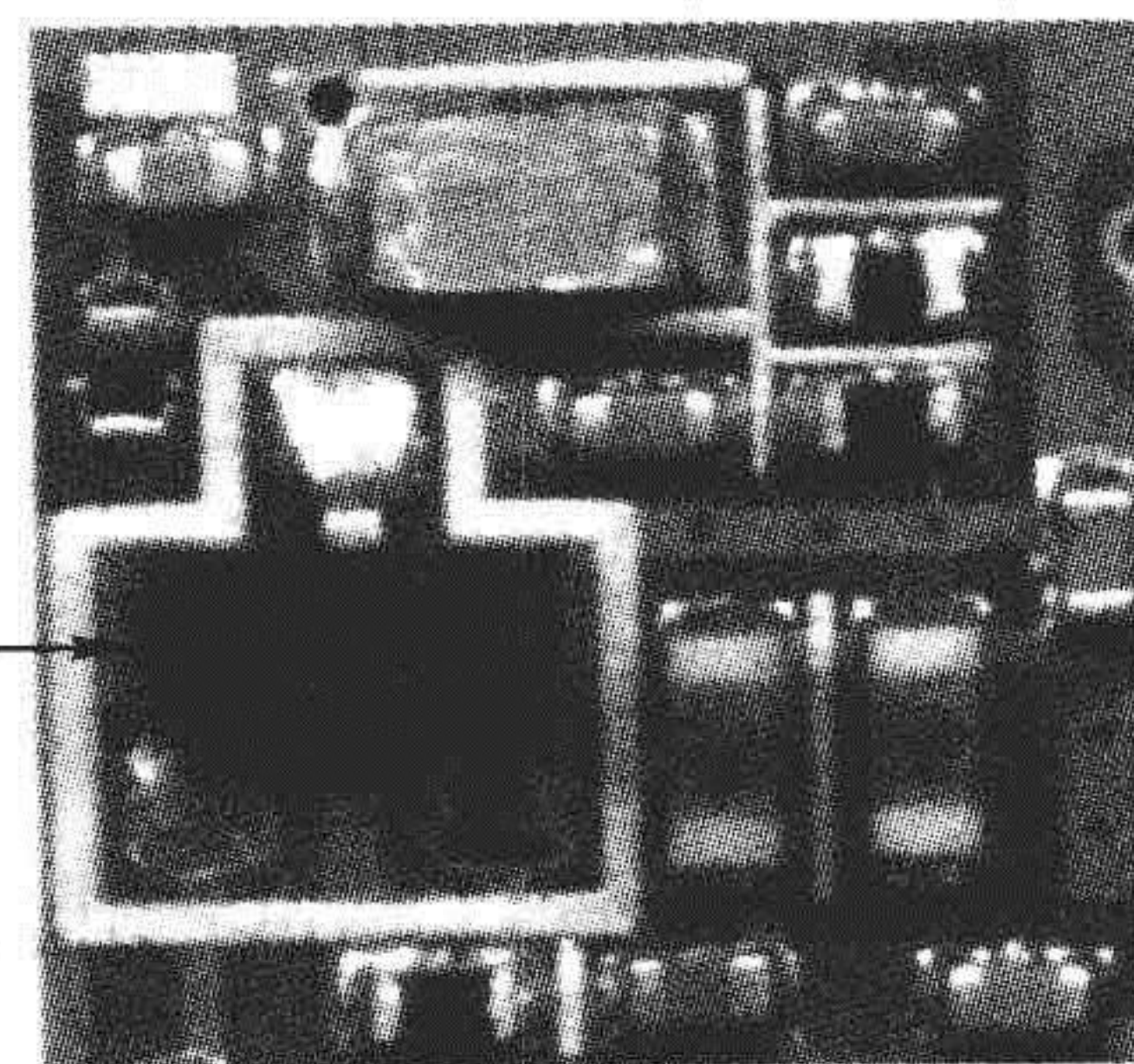


图 1.27 三星 A188 手机中的变容二极管