

谈谈静电击穿：电子产品 ESD/EMI 的保护设计

相信很多人对锤子科技罗永浩约架王自如记忆犹新，在王自如对锤子手机的评测视频中，王谈到锤子的按键和排线裸露会造成铜丝被静电击穿，罗永浩则回应称静电不可能击穿铜丝，而且现在的锤子手机已经有保护措施。其实，如果是在工厂里话，防静电设备自己做得没话说，但对大多数自己开店或在维修部维修的朋友来说，防静电这都是指上谈兵的多。

生活中我们也常有一些经验，有些电子产品刚买回去时还好好的，用了一阵子突然莫名其妙地坏掉了。这些问题多半是静电将你的电子产品里的功能芯片给击穿、烧毁了，导致功能芯片失效。因此，如何保护电子产品免于受静电摧毁一直是设计者的一个重要课题。而这个问题最近几年变得更为严重，因为过去的十几年内，电子产品由 0.5 微米制程一路微缩做到现今的 45 奈米制程，把芯片的组件尺寸缩小了一百多倍。而晶体管的栅极厚度也不断的缩减使得半导体组件对静电防护能力不断的下降，产品很容易被突如其来的静电破坏而失效。每次我们有意无意的接触到电子产品就很容易将我们身上携带的静电放电给这些电子产品造成伤害。很不幸的，静电是由摩擦所产生出来的自然现象，没有简单的方法可以让它不产生，因此我们只能针对电子系统做必要的防护设计。

防护不全的电子系统在遭受静电袭击后常发生死机、当机或系统部分功能不正常，有些会是短暂失效然后恢复正常，这些都是静电可能造成的现象，而具有完整防护的电子系统则可完全不受静电袭击的影响。环境中会出现的静电事件从 3KV 到 35KV 都有，因此电子系统的静电测试规格就需依它本身产品的设计状况及使用的环境来决定，以智能型手机为例，测试规格就应该从 12KV 起跳。因为手机的包覆材料本身通常能抵挡 12KV 以下静电能量进入手机的电子系统，但环境中经常会出现超过 12KV 的静电事件，因此唯有测试规格拉到 12KV 以上才能确认手机的设计在使用环境中可以安然地被使用，不会受静电干扰。静电防护可以有很多方法，其中最简便也最经济的就是在必要的地方加入防护的零件，如 TVS 芯片。TVS 芯片反应速度快，箝制电压低到接近电子系统地正常工作电压，可以提供很好的保护。尤其现在手机或计算机的核心芯片工作电压都在 1V-1.8V，只有 TVS 芯片能够提供必要的保护。

以智能型手机为例，静电袭击经常发生在以下的地方：

触控银幕：每次手去接触到触控银幕都是一次静电袭击。或讲电话时脸颊很容易接触到触控银幕也是一种静电袭击。

耳机端子：耳机插拔时就是一次静电袭击。

手机充电端子：每次手机充电线接入时都是一次静电袭击。

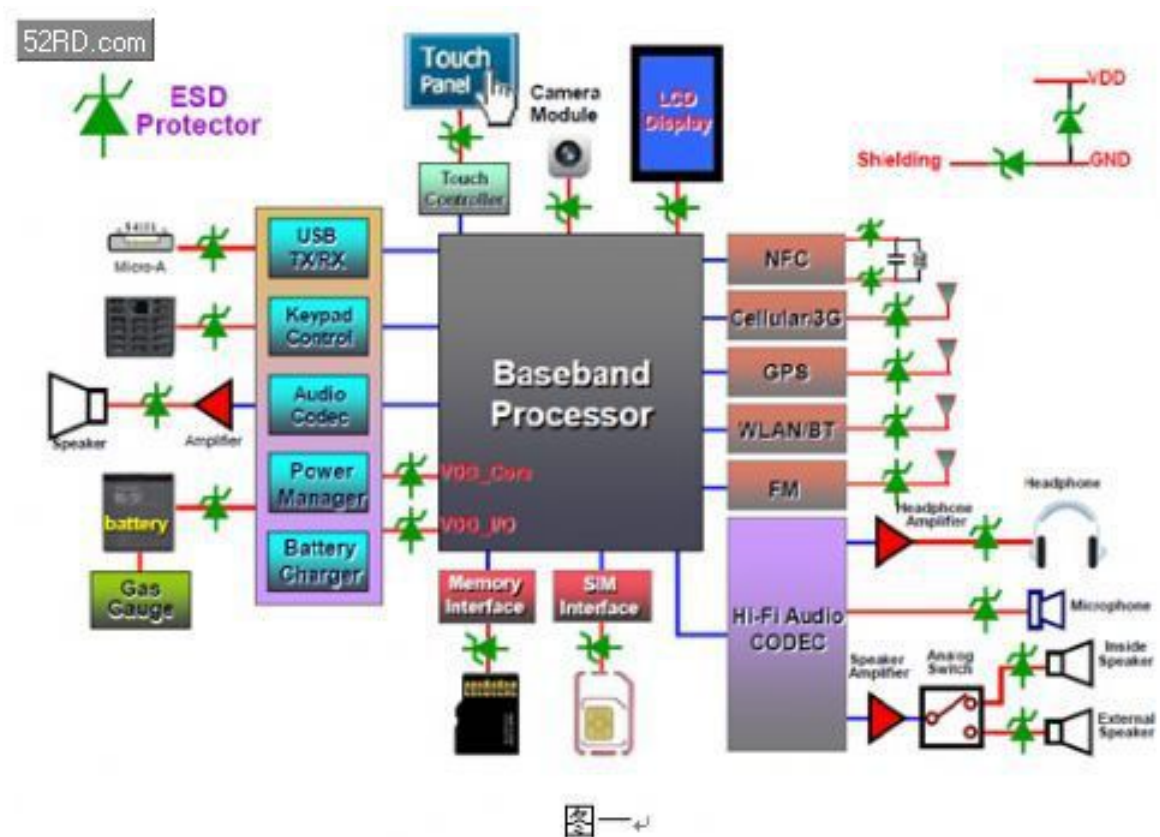
USB 端子：USB 插拔时都是一次静电袭击。尤其是 USB ON THE GO 使用时更有 surge 袭击的机会。

天线：手机天线本身就容易受到外来电荷的袭击。

Sim/Flash 卡：手机 Sim/Flash 卡插拔时也是一次静电袭击的机会。

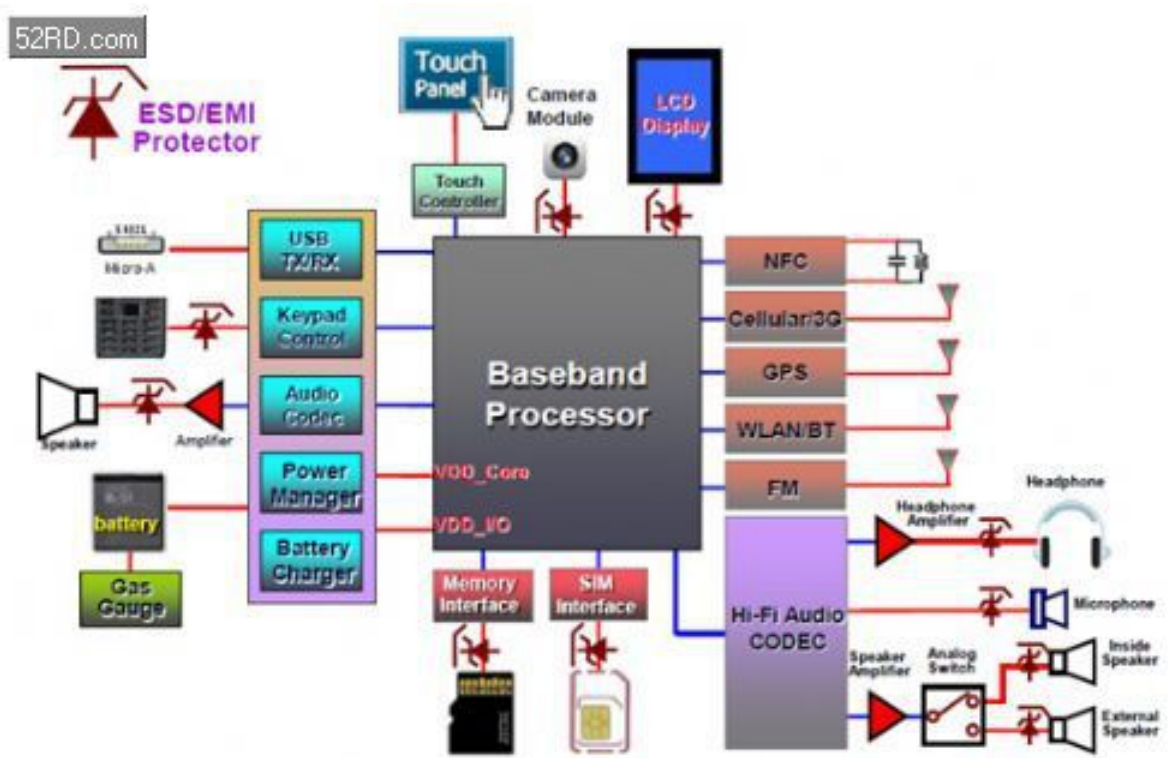
键盘：手机键盘也是容易遭受静电袭击的地方。

因为智能型手机的空间十分狭小，几乎每一个模块都会受到静电袭击，如图一所示。图中有加入 ESD Protector 的地方都是易受静电袭击的地方。



另外一种会造成电子产品受伤的是 EMI，智能型手机由于系统复杂度高，所有硬件又都集中在极小空间中，电磁干扰经常造成系统讯号不良/讯号译码错误，严重的还会造成系统当机。由于电子系统内部讯号传输的频率速度越来越高，电磁干扰的问题也越来越严重。解决的方案就是在系统的各种讯号传输线上面针对讯号干扰的频段加入滤波器。传统上可以使用一阶或二阶 RC/LC 滤波器将所需要的讯号滤出来就可以了。近年来由于电子系统小型化趋势，这些常用的滤波器都已经制作成集成电路，提供有效的小型化解决方案。

同样的以智能型手机为例，手机上由于天线接收 GSM、3G、WLAN 及 GPS 讯号，这些讯号会通过天线模块传入核心芯片(CPU)，而核心芯片又转换出影像与声音讯号传到各影音子系统上。这些讯号都集中在很短的距离内完成，不同的讯号线间通常距离在零点几公分的距离内，很容易使得这些频率(或其谐波)互相干扰。这些干扰现象可以用滤波器将会干扰的讯号去除，以得到清晰的讯号。例如送到银幕的讯号常会干扰天线收到的 GSM 讯号，造成天线的接收敏感度下降，典型的做法就是在影像讯号端加上滤波器把 1.8GHz 频段的讯号滤掉。



图二

图二所示是在智能型手机中比较容易发生电磁干扰的讯号。

仔细比较上图一和图二，你会发现几乎所有会发生 EMI 问题的地方都会发生 ESD 问题。这时静电保护装置与滤波器整合在单芯片中就能带来大好处，因为这样的芯片不但提供讯号滤波功能也提供静电保护功能，提供更完整的保护效果。这样不仅节省了电路板上的面积也降低了生产的成本。这样的芯片主要是选用 DFN 或 CSP 等超小型封装以配合产品轻薄短小的趋势。

需要强调的是，纵然手机机壳具、电路板设计各有不同，静电防护芯片却是不可或缺的，EMI 滤波器也是必须的。只有受到完整保护的智能型手机才能真正提供消费者可靠的手机功能，否则手机上数据随时可能因为静电的袭

击而瞬间化为乌有，也有机会因为(EMI)讯号干扰而失效。智能型手机如果在设计时能将静电与电磁干扰防护效应加入考虑，手机的可靠度也可以达到世界级的水平。其实手机的可靠度往往也就决定在这几颗不起眼又很便宜的静电与电磁干扰保护 IC。

因为静电保护组件的价格很低，置入静电保护组件的成本增加很少，却可以大幅增加产品的可靠度，减少了大部分的退换货需求。因此减少终端客户因为 ESD/EMI 现象造成的退换货已经是各厂商必须考虑的重点。