

片状多层瓷介电容器可靠性问题分析

Reliability Analysis of Multilayer Ceramic Capacitor

■ 广东风华高新科技股份有限公司 宋子峰 张尹

摘要: 本文介绍了片状多层瓷介电容器在生产和使用过程中出现的可靠性问题, 如片状电容壳体断裂、微裂和电性能-绝缘电阻下降失效等, 分析了可靠性失效原因和机理。

关键词: 片状电容; 可靠性; 绝缘电阻; 微裂纹; 应力

片状多层瓷介电容器简称片状电容, 是新型、片式电子元件, 广泛用于消费、通讯、信息类电子整机设备中, 主要起到滤波、隔直、耦合、振荡等作用。随着电子信息产业不断的发展, 电子设备向薄、小、轻、便携式发展, 片状电容也逐步向小型化、大容量化、高频率方向发展。片状电容是增长速度最快的无源电子元件之一, 具有广阔的发展前景和目标。

片状电容由三大部分组成: 1. 陶瓷介质体; 2. 内部电极; 3. 外部电极, 如图1。

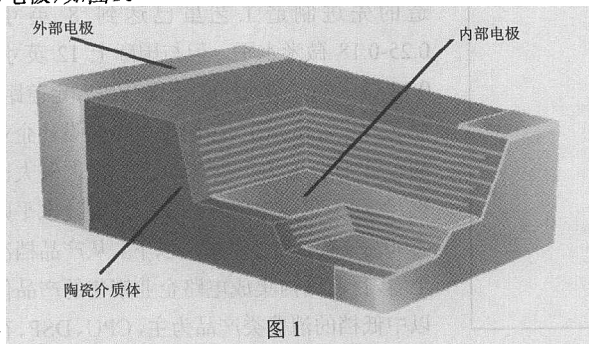


图 1

片状电容基本电性能有1. 电容量; 2. 损耗值; 3. 绝缘电阻; 4. 耐电压等。

常见的质量问题

首先是陶瓷本体问题-断裂或微裂, 这是最常见的问题之一。断裂现象较明显, 而微裂一般出在内部, 不容易观察到, 涉及到片状电容的材质、加工工艺和片状电容使用过程中的机械、热应力等作用因素影响。

其次是片状电容电性能问题。片状电容使用一段时间后出现绝缘电阻下降、漏电。

以上两个问题往往同时产生, 互为因果关系。电容器的绝缘电阻是一项重要的参数, 衡量着工作中片状电容漏电流大小。漏电流大, 片状电容储存不了电量, 片状电容两端电压下降。往往由于漏电流大导致了片状电容失效, 引发了对片状电容可靠性问题的争论。

可靠性问题

总结片状电容失效及可靠性问题, 可用一条曲线概括表达, 即片状电容失效模式, 其失效曲线如图2。

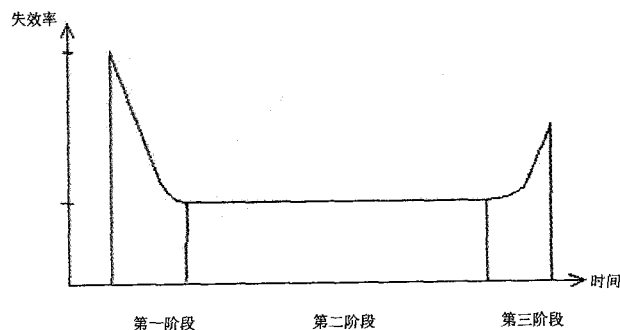


图 2 浴盆曲线

该曲线将片状电容失效分为三个阶段: 第一阶段是片状电容生产、使用过程的失效, 这一阶段片状电容失效与制造和加工工艺有关; 第二阶段是片状电容稳定地被用于电子线路中, 该阶段片状电容失效概率正逐步减小, 并趋于稳定; 第三阶段是片状电容长时间工作后出现失效现象, 这一阶段片状电容失效往往由于老化、磨损和疲劳等原因使元件性能恶化所致, 应更换片状电容以保证电子整机设备的正常工作。

绝缘电阻下降的原因分析

依据“浴盆曲线”，片状电容失效主要来自于第一阶段生产和加工过程。

1) 片状电容制作阶段：即片状电容生产、制造出来，初始阶段电性能是合格的，使用一段时间后发现片状电容漏电流大，绝缘电阻下降，失效。

用光学显微镜或电子扫描显微镜分析片状电容不良品内部结构缺陷，图3和图4分别是片状电容内部长轴和短轴的截面图。

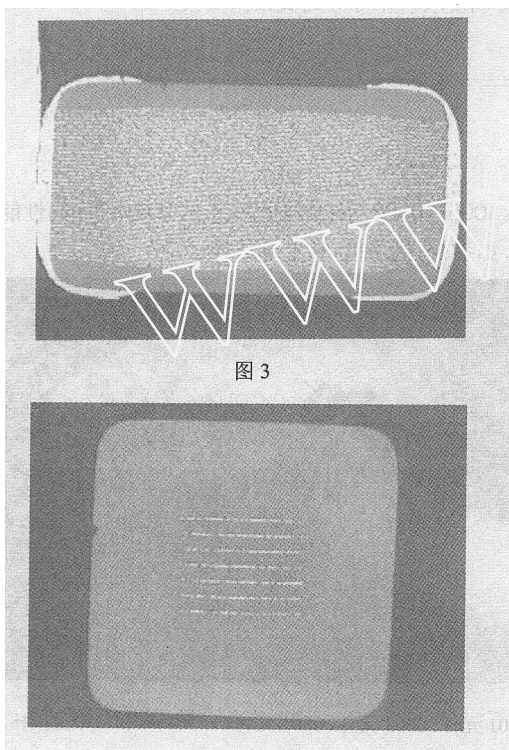
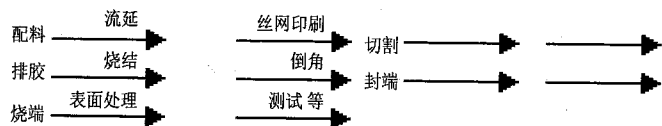


图 3

图 4

通过抽样试验判定片状电容生产制造过程中是否有漏电的隐患，如进行潮湿低压试验或加速寿命试验等。另外也可具体分析片状电容制作的原材料和工艺，直至找到片状电容失效、可靠性差的本质原因。

片状电容制造过程如下：



分析片状电容生产过程，可靠性差与片状电容内部存在缺陷有关，如：小气泡、小杂质、微裂纹等，其中存在微裂纹占大多数情况。

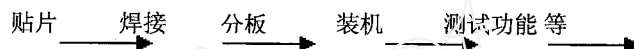
微裂纹产生的机理：从本质上讲，片状电容微裂纹来自于内电极与陶瓷介质在烧结过程中收缩不一致。

微裂纹产生的环节：片状电容制造过程中，第一道工序陶瓷粉料、有机黏合剂和溶剂混合配料时，有机黏合剂的选型和在瓷浆中的比例决定了瓷浆干燥后瓷膜的收缩率；第三道工序丝印时内电极金属层也较关键，否则易产生强的收缩应力，烧结是形

成瓷体和产生片状电容电性能的决定性工序，烧结不良可以直接影响到电性能，且内电极金属层与陶瓷介质烧结时收缩不一致导致瓷体内部产生了微裂纹，这些微裂纹对一般电性能不会产生影响，但影响产品的可靠性。主要的失效模式表现为片状电容绝缘电阻下降，漏电。

防范、杜绝微裂纹的产生：从原材料选配、瓷浆制备、丝网印刷和高温烧结四方面优选工艺参数，以达到片状电容内部结构合理，电性能稳定，可靠性好。

2) 片状电容加工阶段：



加工过程中片状电容受到应力冲击相关过程如下：

片状电容在贴片、焊接、装机之后，进行整机功能测试时，发现片状电容漏电流大，失效。

分析片状电容使用过程中片状电容受到的机械和热应力，即分析加工过程中外力对片状电容可能的冲击作用，并依据片状电容在加工过程中受到的应力作用，设计各种应力实验条件，衡量作用在片状电容上的外应力大小及其后果。也可具体做一些片状电容可靠性实验以明确片状电容前阶段是否存在可靠性隐患。

片状电容在该过程中受到热和机械应力的作用，严重时出现瓷体断裂现象。若片状电容受到的热和机械应力接近临界时，则不出现明显的断裂现象，而是表现为内部裂纹的出现或内部微裂纹的产生。用烙铁补焊时，明显裂纹则表现为断裂，微裂纹大多数表现为电性能恢复正常，漏电现象消失，但时间一长，片状电容可靠性差的缺陷就体现出来。

3) 可靠性问题最终体现阶段：

电子整机到消费者手中出现整机功能障碍，追溯原因，发现片状电容漏电流大，失效。一般此类问题源自于第一阶段或第二阶段片状电容可靠性隐患的最终暴露，该阶段出现的质量比前两个阶段严重得多。由于整机在消费者使用过程中涉及到的条件，整机生产厂家和元器件厂家大多都模拟试验过，所以片状电容在整机出厂前，应符合电子线路的要求，但整机因片状电容使用一段时间出现质量问题，则要认真研究片状电容生产或加工过程中的质量隐患。

结束语

片状电容出现质量问题，特别是涉及到可靠性方面的质量问题，是一个复杂的过程。它的表现形式主要是瓷体断裂、微裂或绝缘电阻下降、漏电流增大居多，出现片状电容可靠性失效的质量问题，应从大角度、全方位、分阶段分析、研究该问题。

当然，客观上片状电容存在一定比率的失效率，针对与片状电容有关的质量问题，既要承认陶瓷片状电容存在一定脆性，又要认可通过现代贴片、组装技术能够最大限度减少对陶瓷片状电容的应力冲击。研究、分析片状电容出现的质量问题，找到问题产生的根源，对于现在大量使用于电子整机的片式电容而言，防范、杜绝可靠性问题的出现，具有很现实的意义。GFC