
极细同轴电缆的开发与应用

Development & Application of Micro Coaxial Cable

万凯 Shanghai Ashiya Trading Ltd. 200001

[摘要] 极细同轴电缆一般是指将电缆的外径控制在最小限度，同时柔软性、弯折特性也得到提高的同轴电缆。随着笔记本电脑的小型化、薄型化以及液晶显示器(LCD)的高清晰化以及手机的高性能化，日益需要连接 LCD 的布线必须节省空间，提高弯折可靠性、抗干扰性、宽频传输等特性，还要降低成本。这就给既节省空间、传输可靠性又高的极细同轴电缆提供了广阔的市场空间。

[关键词] 极细同轴电缆 柔性电路板(FPC) 锡铜合金线 可溶性聚四氟乙烯(PFA) 3G 手机 超薄挤出 斜包 耐弯折性

1. 绪言

近来，极细同轴电缆开始被广泛使用在笔记本电脑、医疗设备、数字照相机以及手机上。2005 年以来，随着 3G 手机陆续投放国际市场，用于连接手机 CPU 与液晶屏(LCD)的极细同轴电缆的用量急剧增加。

激烈的市场竞争使得手机在不断的更新换代，现在的手机皆追求高性能。比如：搭载高像素数码相机、全球定位系统 GPS、电子货币、无线 LAN、可接收电视和播放动画等。这使得各种不同频率的信号同时混在一台手机内，为了避免其相互之间的干扰，一种传送速度更快、容量更大、抗干扰性能更强、耐弯折性、耐震性更优越的极细同轴电缆产品开始迅速取代现在使用的柔性电路板(FPC)。

表 1. 标准的解像度

称 呼	解 像 度	像 素	主要用途
Sub-QCIF	128X96	12,228	手机、PDA
CIF	352X288	101,376	手机、PDA
QVGA	320X340	76,800	手机、PDA
W-QVGA	400X234	93,600	手机、PDA
VGA	640X480	307,200	电脑、PDA 平板电视
SVGA	800X600	480,000	
XGA	1,024X768	766,432	
SXGA	1,280X1,024	1,310,720	
SXGA+	1,400X1,050	1,470,000	
UXGA	1,600X1,200	1,920,000	
4K	4,099X2,160	8,847,360	投影机

2. 市场

根据美国的市场分析公司高德纳(GARTNER)公布的调查数据显示：2005 年全球共销售手机 8 亿 1,660 万部，比 2004 年增长了 21%。虽然平均一台手机只使用约 20cm 的同轴电缆，但是由于手机的数量非常庞大，总数量不可忽视。

例如，世界上规模最大的几家手机厂商诺基亚(NOKIA)、摩托罗拉(MOTOROLA)、三星(SAMSUNG)，他们一款手机就要生产上百万台，寿命比较长的机种甚至可以生产 1-2 千万台。日本藤仓公司 2003 年末开始与诺基亚共同开发手机用的极细同轴电缆，并于 2005 年开始正式供货。藤仓公司 2005 年 7-12 月的极细同轴电缆的销量比同年 1-6 月提高了约 6 倍。为了扩大生产能力，藤仓公司将泰国工厂生产极细同轴电缆的工人增加到 4,000 人左右，产量达到每月可配套数百万台手机，约占全球手机用极细同轴电缆产量的 40%左右。



从市场份额上看，世界上生产极细同轴电缆以及装配连接器最大的 3 家生产商是住友电工、藤仓、日立电线。住友与藤仓生产的极细同轴电缆与 FPC 并用，几乎垄断了整个手机市场，日立则更专注于医疗设备与笔记本电脑的市场。



图 1. 医疗设备用极细同轴电缆

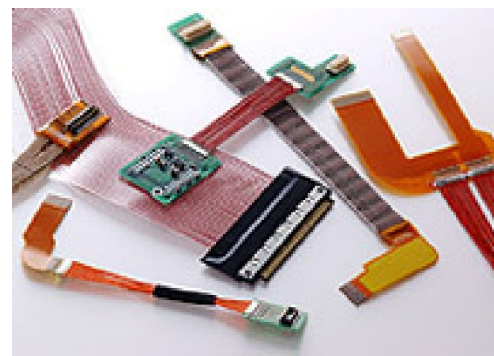


图 2. 装配连接器后的极细同轴电缆线束

3. 电缆结构

面向手机开发的极细同轴电缆的结构是，中心导体为 42AWG(7/0.025mm)同心绞合镀银铜合金线，横卷绕包的外部导体为(约 20/0.03mm)镀锡铜合金线。当中的绝缘层与外护套均选用可溶性聚四氟乙烯 PFA，是由于氟塑料的介电常数比较低，适合于高频传送，能够减轻辐射噪音的影响，并且可以提高电缆自身的柔韧性。

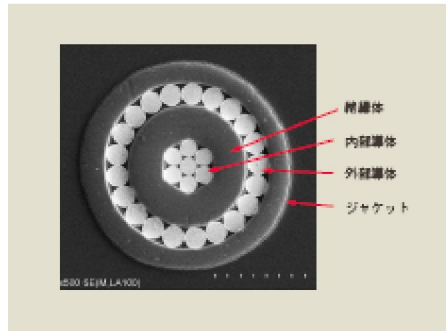


图 3. 极细同轴电缆截面照片

表 2. 极细同轴电缆几种常见型号的结构

构造 / 性能		单位	藤仓 40AWG	住友 42AWG	日立 46AWG
中心导体 Conductor	材质	-	镀锡铜合金线	镀银铜合金线	镀银铜合金线
	构成	mm	7/0.03	7/0.025	7/0.016
绝缘体 Insulation	材质	-	PFA	PFA	PFA
	外径	mm	0.25	0.17	0.115
屏蔽 Shield	材质	-	镀锡铜合金线	镀锡铜合金线	镀银铜合金线
	构成	mm	0.03	0.03	0.02
外被 Jacket	材质	-	PFA	PFA	PFA
	外径	mm	0.38	0.29	0.205
特性阻抗 10MHz		Ω	50	42	50
衰 减 量		dB/m	0.5@10MHz	7.1@1GHz	1.5@10MHz
用 途		-	笔记本电脑	手机，液晶屏	彩色超声波诊断仪

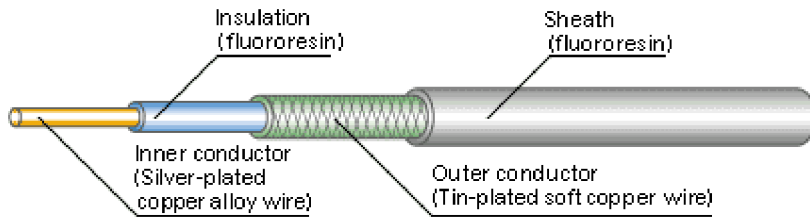


图 4. 极细同轴的结构图

4. 铜合金导体

随着滑盖式和二轴回转式等结构复杂的手机的出现，对转轴部分极细同轴电缆的耐弯折性，耐扭曲性的要求大大提高了，电缆的内部以及外部导体被要求能够从低变形领域（弹性变形）到高变形领域（塑性变形）都必须表现出良好的耐弯折性。

为此日立公司开发了半硬质锡铟铜 NN 合金线(Cu-0.19mass%Sn-0.2mass%In)，在相同的拉丝条件下，此 NN 合金线的弯折寿命是纯铜线(TPC)的 10 倍以上，并且，此 NN 合金是固溶型合金，没有杂质，组织非常清洁，拉伸性能优良。

NN 合金线的线坯是使用美国南方线材 SCR 连铸连扎设备制造。铸造时采用了低氧化技术，抑制了合金元素的氧化，因此防止了由于合金元素氧化产生杂质而造成极细拉丝时断线。并且，在铸造时还设置滤网，过滤掉了混入的耐火物质等微小的杂质，提高了素材的品质。另外，通过拉丝生产线的无尘化管理，防止了在拉丝过程中异物的混入。并且改善了中间热处理条件以及镀银条件。

表 3. NN 合金线的一般特性

记号	组成	材质	抗拉强度(MPa)	伸长率(%)	导电率(%IACS)
NN	Cu-Su-In	H	890	3	76.3
		1/2H	395	11	82.2
		A	285	25	82.8

注：线径 $\Phi 0.1\text{mm}$

表 4. NN 合金线（镀银）的绞合导体构成、电性能、机械性能

型号(AWG)	构成(根/mm)	电阻率(Ω/m)	断裂荷重(N)
40	7/0.03	4.25	1.79
42	7/0.025	6.16	1.24
44	7/0.02	9.68	0.775
46	7/0.016	15.2	0.496

注：AWG(American Wire Gauge)

5. 绞合、斜包与挤出

42AWG(7/0.025mm)中心导体的镀银铜合金线一般使用带退扭的单扭束丝机(Single Twist Buncher)来绞合,其均一的送线张力与送线长度是稳定退扭的关键。

绝缘与护套间的斜包屏蔽导体使用的是斜包机(Spiral Shield Machine),要做到几十根极细线高速斜包(3,000RPM),对设备的张力控制能力要求非常严格

考虑到极细同轴电缆绝缘与外护套的低介电常数与耐电压特性等电性能,以及末端加工时耐热性和耐弯曲性等机械性能方面的要求,选用了在超薄挤出时树脂流动性良好的可溶性聚四氟乙烯 PFA。电缆绝缘的挤出生产线配备了精度很高的送收线张力控制设备,确保了量产时的稳定性。

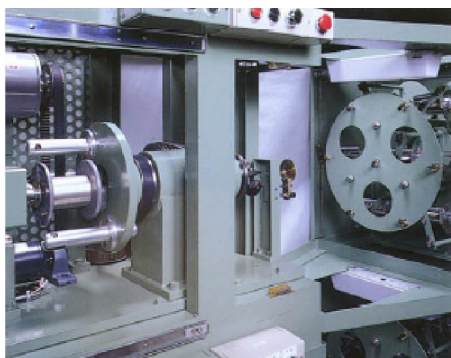


图 5. 带退扭的单扭束丝机

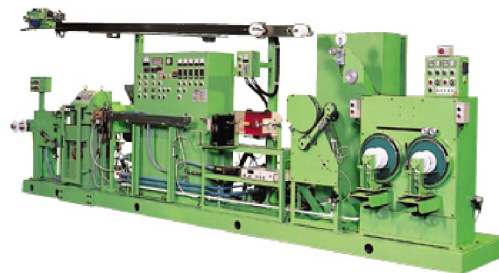


图 6. 极细同轴电缆挤出生产线

6. 结束语

目前,与极细同轴电缆相关的导体拉丝、电缆成缆、连接器加工以及专用生产设备的厂商均以日本企业为主导,这说明日本企业在研发与制造微细线缆产品上具有相当的技术优势。与此同时,韩国、以及台湾地区的一些线缆企业也正积极开展研发,虽然目前对日本企业还没有形成真正意义上的竞争,但是在某些方面已经取得了一定的突破。将来随着数字家电与 3G 手机的普及,中国对极细同轴电缆的需求预计也会成倍的增长,相信届时勇于创新的中国线缆企业也一定会交出一份令人满意的答卷。

参考文献

- [1] M. Inoue, The Electric Wire News, Densen Shinbun, April. 2006
- [2] H. Futamata, Development of Micro Coaxial Cable Assembly, Fujikura, No.99 2004
- [3] H. Matsui, Copper-Alloy Wires with Excellent Bending Properties for Flexible Cables, Hitachi Densen, No.20 2001