

LED灯珠体检报告样本（大功率）

检测结论

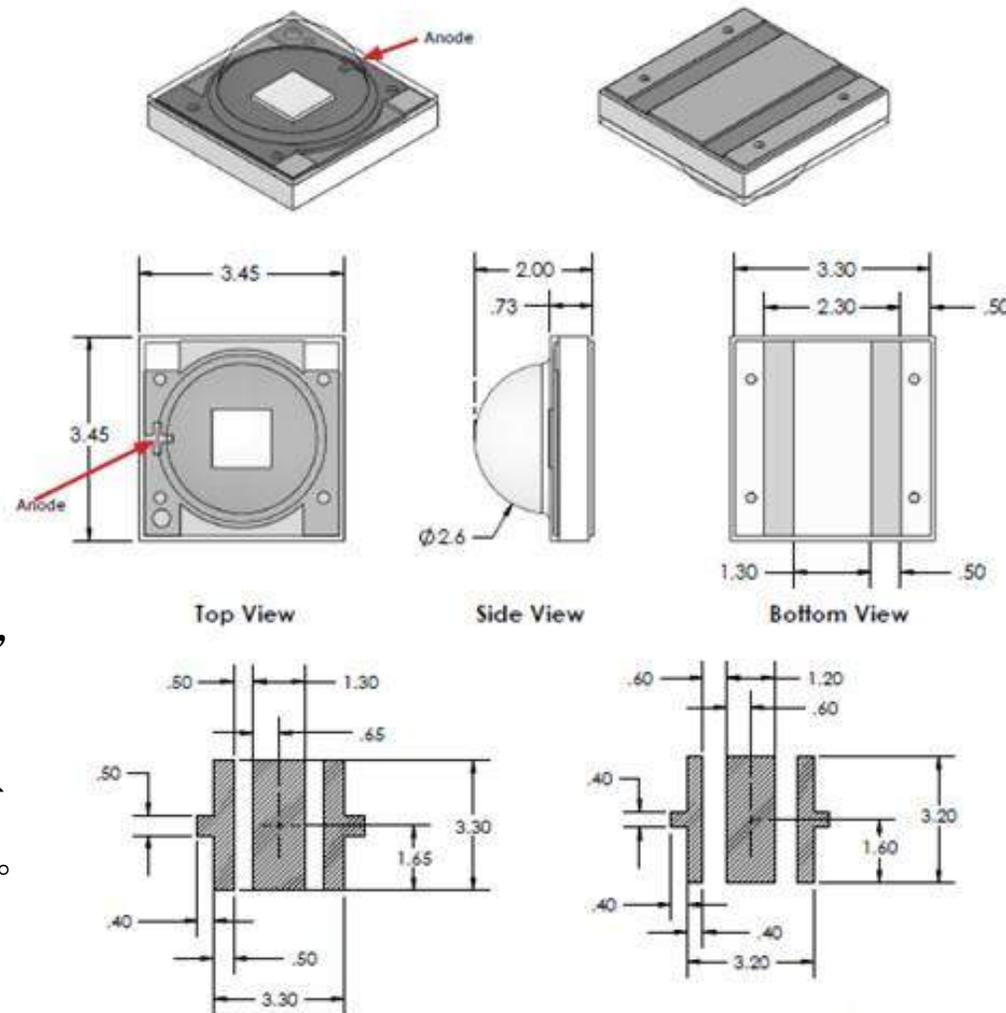
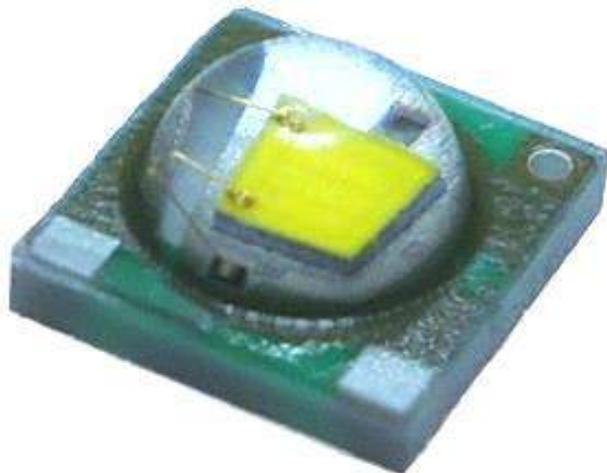
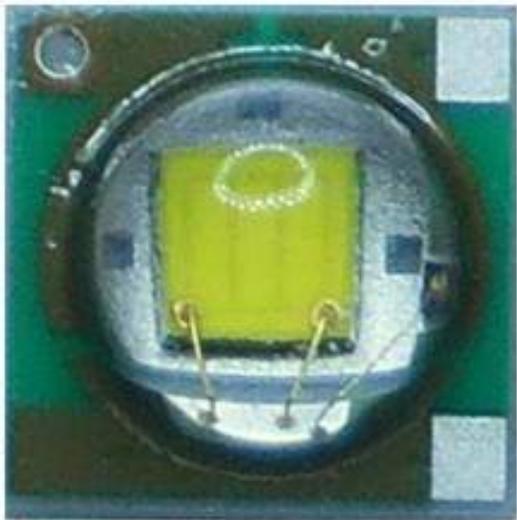
整体评价：此芯片为XXX封装公司产出的不良品，经测试有漏电、短路等现象。我们对芯片解剖分析发现XXX公司采取垂直结构的芯片，利用激光剥离、衬底转移技术、金镍锡共晶技术，使得芯片光能利用率高，散热能力强，可靠性高，但其引线键合和共晶工艺需要进一步优化，对荧光粉和陶瓷基板的来料检验需进一步加强。

序号	项目	评价
1	硅胶透镜	硅胶透镜具有一定特殊形状，使用模具成型，无气泡现象。
2	荧光粉	荧光粉薄而均匀地覆盖在整个芯片表面及侧面，无沉淀现象。但荧光粉颗粒大小不均，晶格完整性差，将导致产品色温漂移，易老化，白光封装颜色集中度低等可靠性问题。我们建议XXX封装公司的封装厂加强荧光粉的来料检验。
3	蓝光芯片	芯片电极图案完整，表面无缺陷和机械损伤；外延层表面做了粗化处理，粗化晶粒细，出光效率高；采用衬底转移技术和金属黏合技术，有效地解决了芯片的散热问题和提高出光效率的问题。
4	引线键合	采用反向打线工艺，一焊在基板上，二焊在芯片上，弧高低，高光角，防止金线挡光；金线与LED外延层良好键合，但是我们发现右边的电极处Ag反射层与外延层附着力弱，有分层现象，有的样品外延层翘起，与键合球融合到一块。这会导致芯片漏电、短路、抗静电能力差等电学性能问题。我们建议XXX封装公司进一步优化引线键合工艺，并提高Ag反射层的附着力。
5	固晶制程	XXX封装公司采用两次金镍锡共晶键合工艺，其共晶结构较为复杂，主要起到缓冲和减少热失配的作用。第一次是芯片反射层与硅基板之间金镍锡共晶，共晶质量好，无空洞现象；第二次是硅基板与支架金镍锡共晶，共晶层高低不平，并有大量空洞，这些空洞会使固晶结合强度与热传导性降低，欧姆接触不良。我们建议XXX封装公司优化共晶工艺，增加硅基板与支架共晶厚度以消除空洞。
6	基板	采用DPC直接镀铜基板，镀铜与陶瓷形成了紧密的敷接，且在界面处没有发现孔洞的存在。但其镀铜表面粗糙度高达1.7 μm ，远高于业界0.3 μm 标准。过粗的表面，影响硅胶与基板的贴合，湿气会随着缝隙进入芯片功能区，降低芯片可靠性。粗糙的表面也会影响共晶材料的流动性，导致共晶层填平效果差。同时由于粗糙度增大，导致基板整体热导率极大的降低。无论是功能区，还是非功能区，镀银层都极薄，受粗糙的基板影响，厚度不均，过薄的镀银层会使LED容易遭受硫化入侵。功能区过度粗糙的镀银层也会影响光的反射。我们建议XXX封装公司加强陶瓷基板的来料检验。

目 录

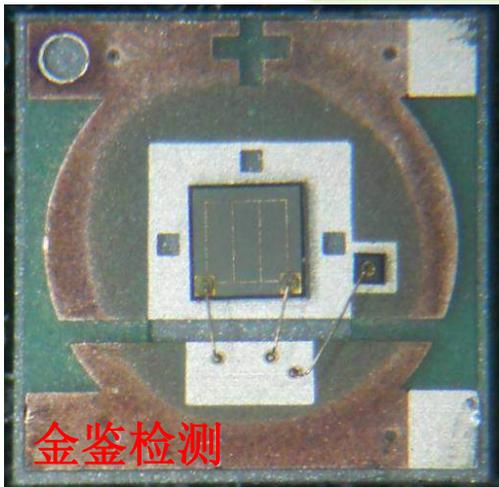
1. 整体结构图
2. 硅胶透镜
3. 荧光粉
4. 蓝光芯片
5. 引线键合
6. 固晶制程
7. 基板

1. 整体结构图

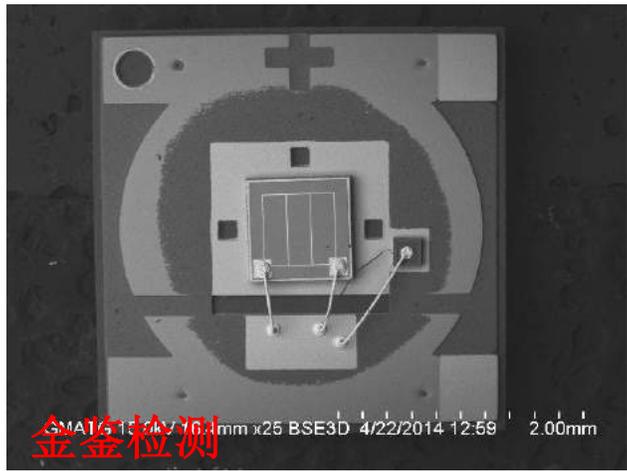


XXX公司采取垂直结构的芯片，利用激光剥离和衬底转移技术，将芯片的顶面和背面各自为一个电极。由于芯片的顶面只有一个负极，电极对芯片顶面出光效果的影响比正装结构的芯片要小，同时垂直芯片结构中电子的运动是垂直于有源层的，因此可以使有源层的利用率大大提高，能显著增强电子-空穴的复合速率。垂直结构的芯片电流垂直通过晶圆，使电流的分布更加均匀，降低了电流聚集几率。当衬底剥离后，芯片的侧面出光也得到减少，而顶面出光则得到显著增强，从光学设计的角度来看，芯片的光能利用率也得到显著提高。

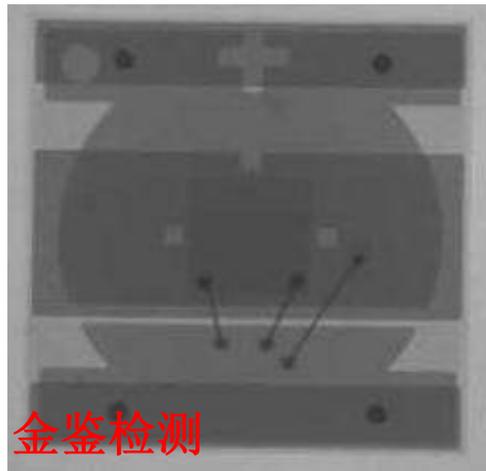
1. 整体结构图



开封后灯珠正面照相



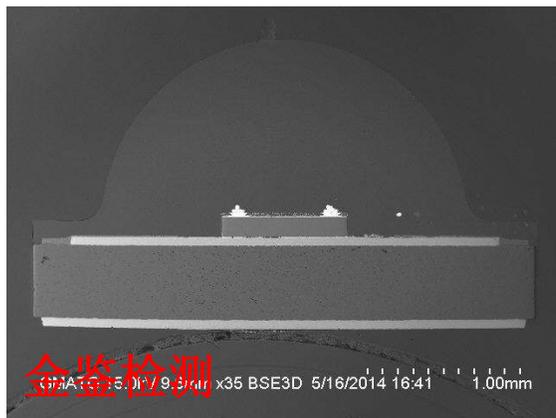
开封后，在扫描电镜下的整体结构图



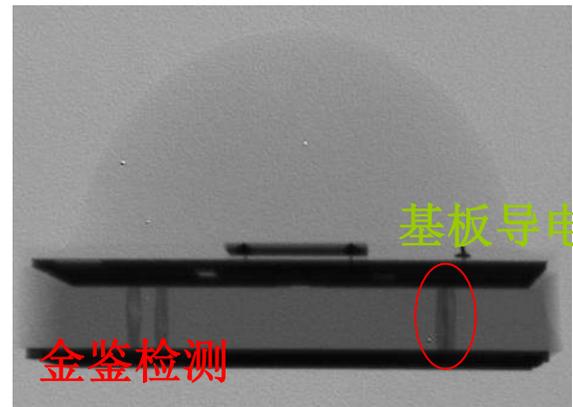
X射线透视图正面，显示灯珠内部结构



灯珠背面照相



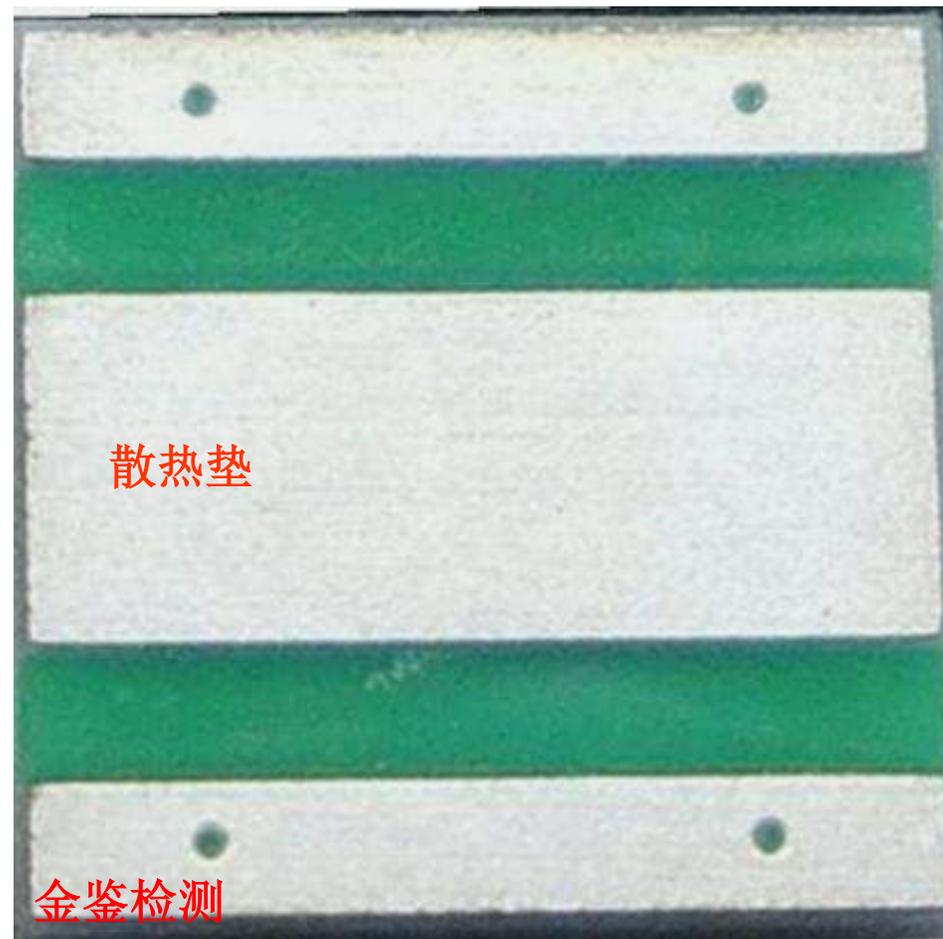
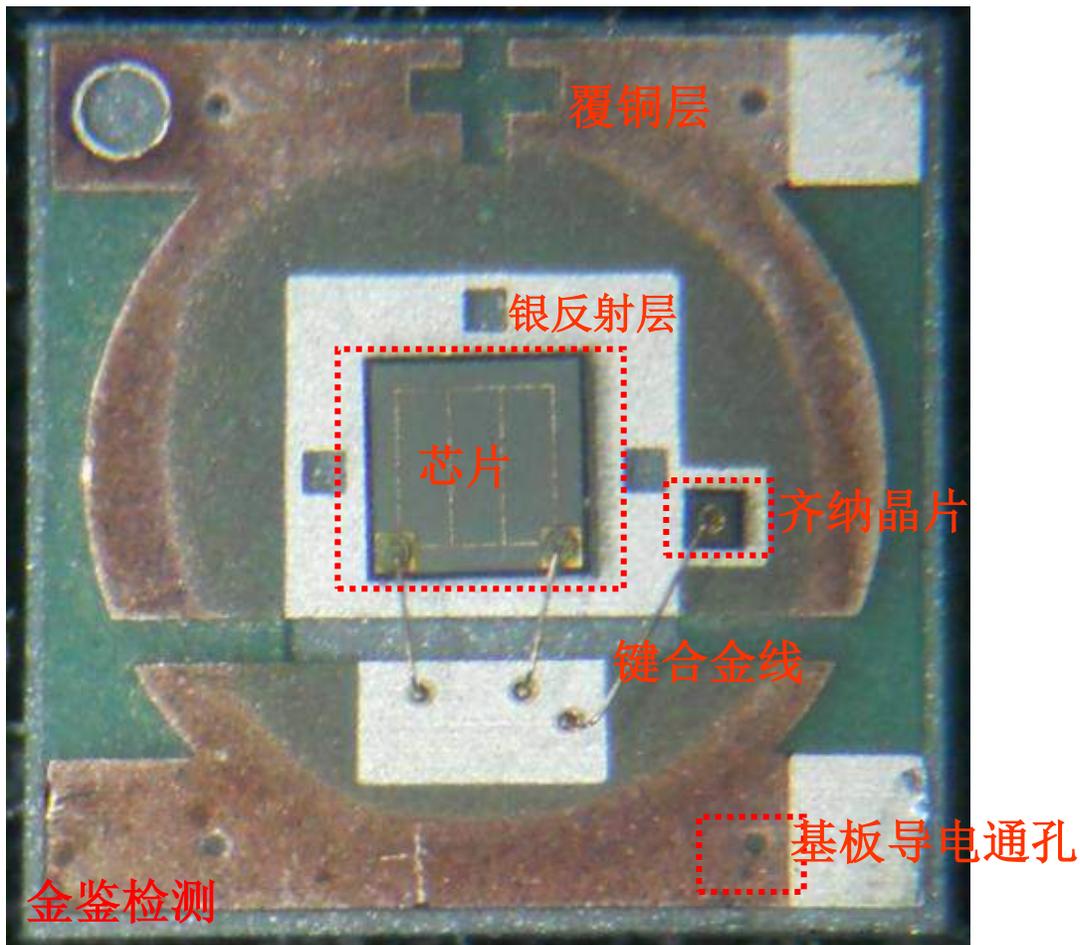
在扫描电镜下灯珠截面图



X射线透视图侧面，显示灯珠内部结构

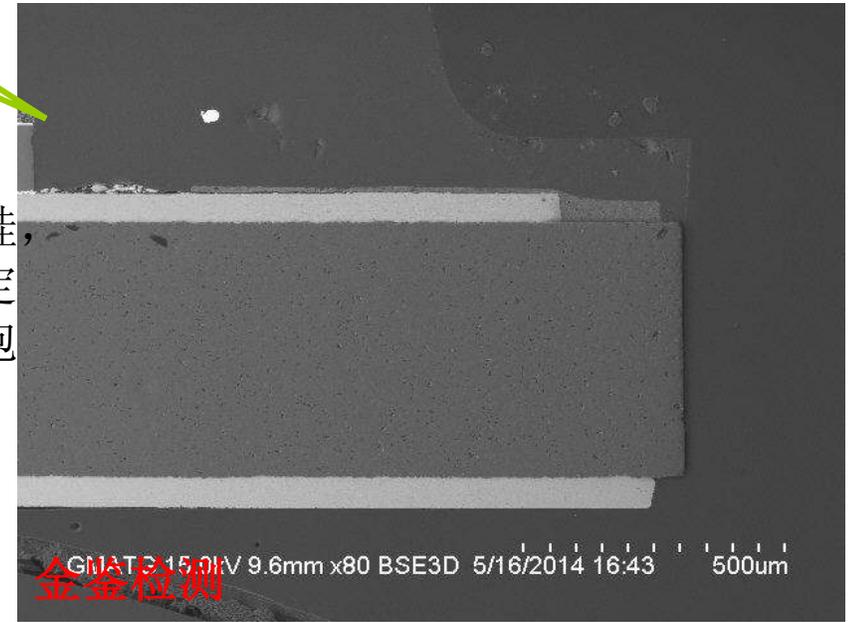
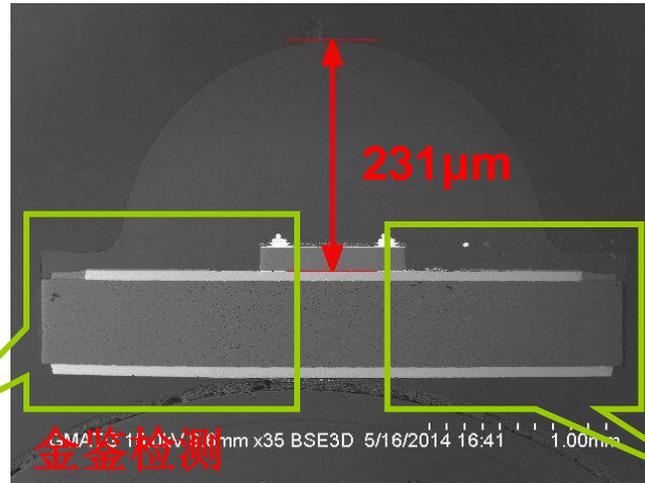
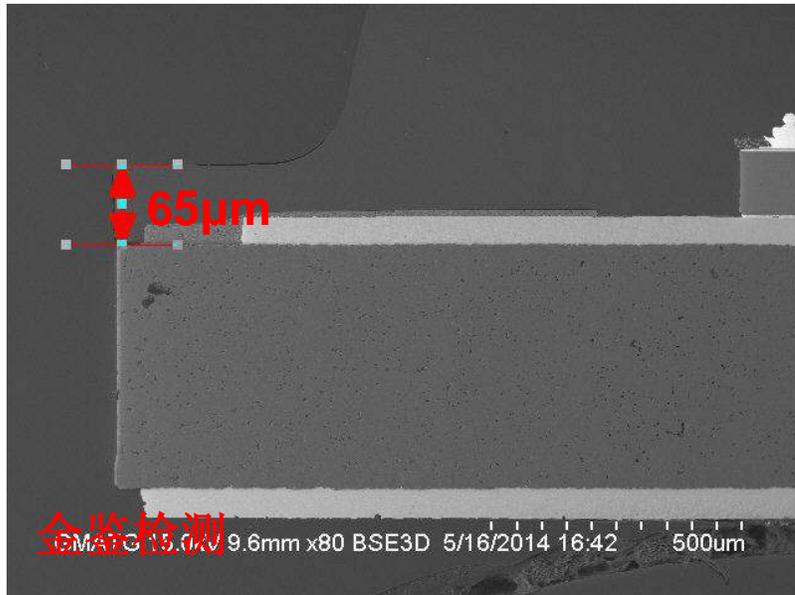
基板导电通孔

1. 整体结构图



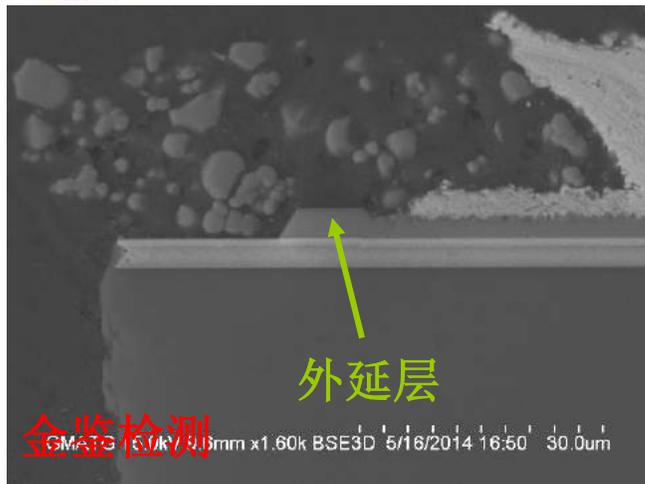
在基板上集成齐纳二极管，为LED提供电流旁路，将静电大部分甚至全部从旁路释放，这样既能有效地避免静电损伤，又能提供过电压保护。

2. 硅胶透镜

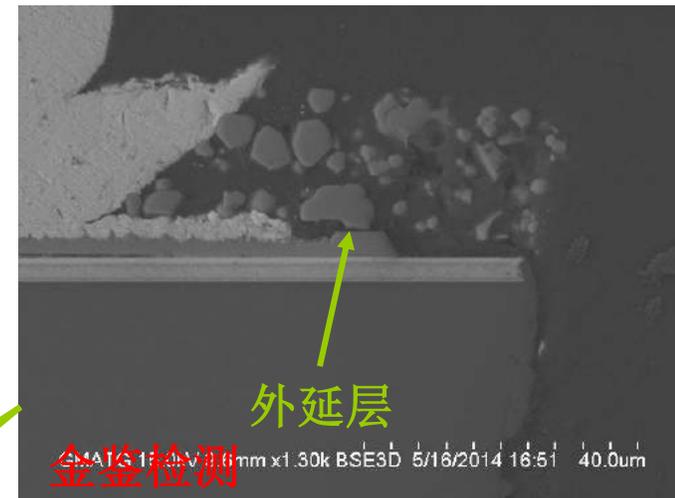
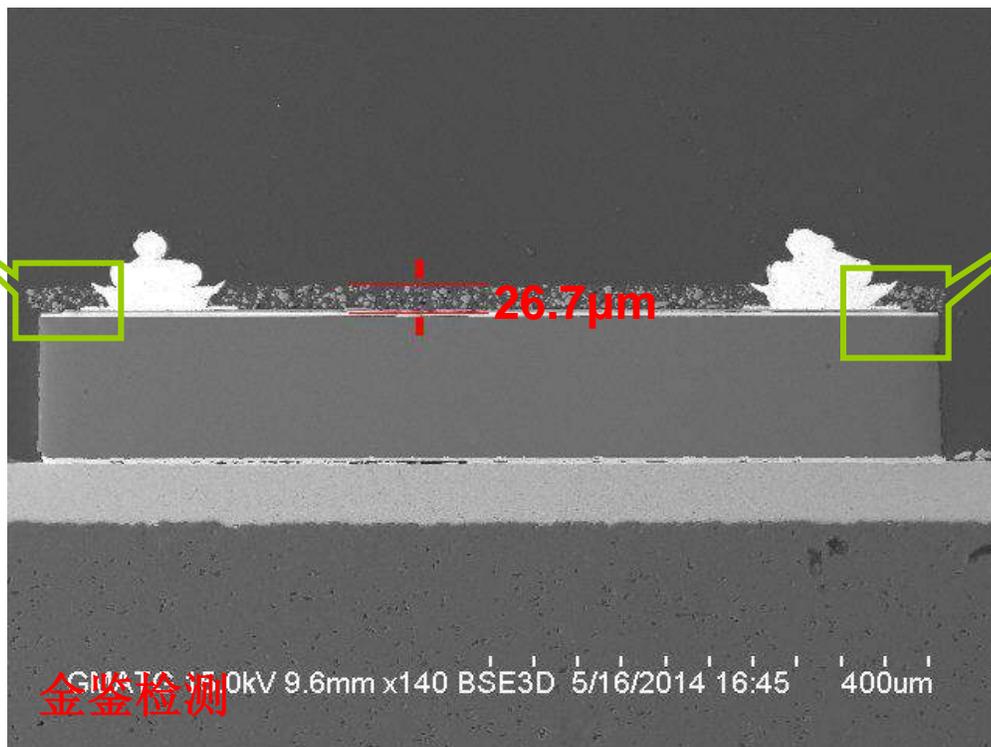


能谱分析透镜所含的主要元素有硅，故推测为硅胶。硅胶透镜具有一定特殊形状，使用模具成型，无气泡现象。

3. 荧光粉（涂覆）



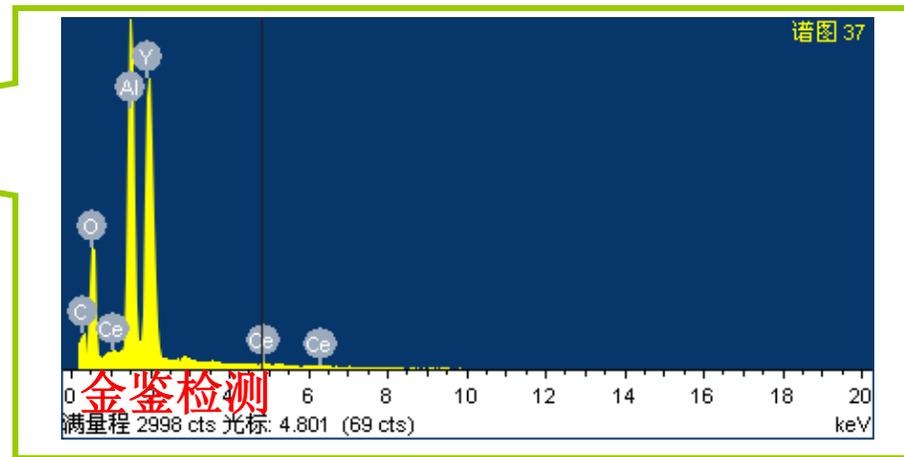
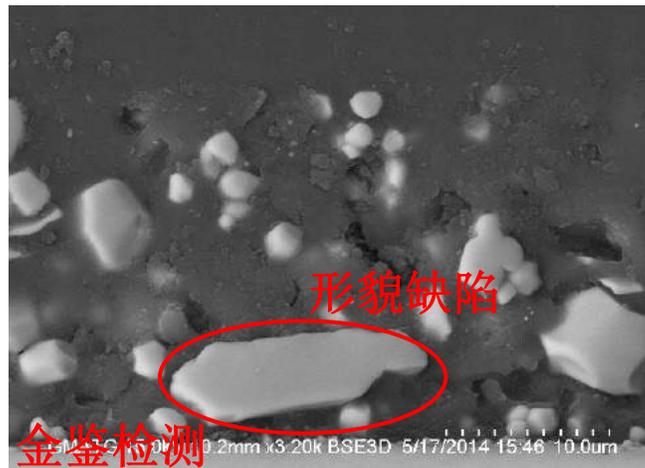
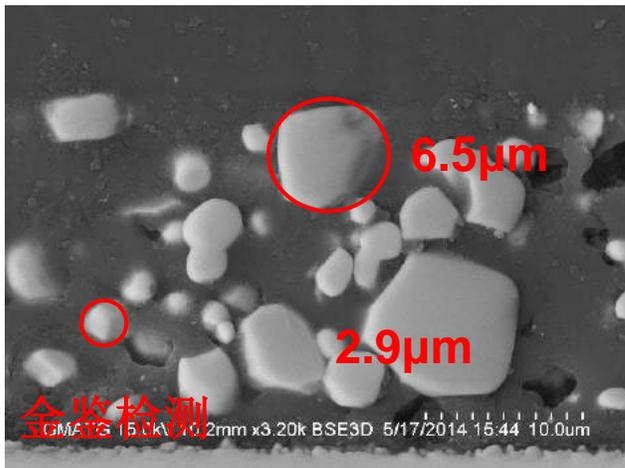
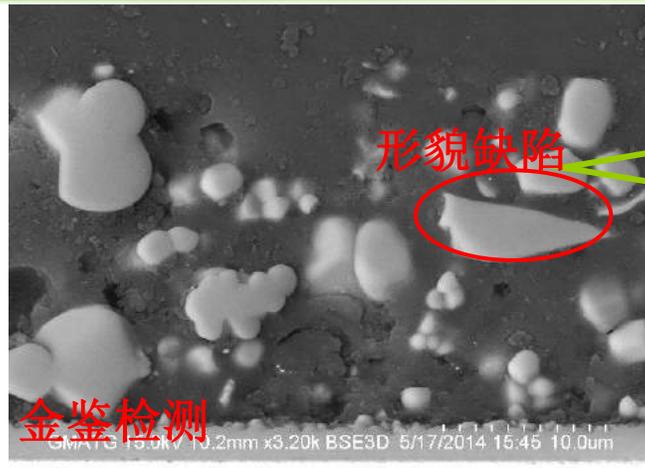
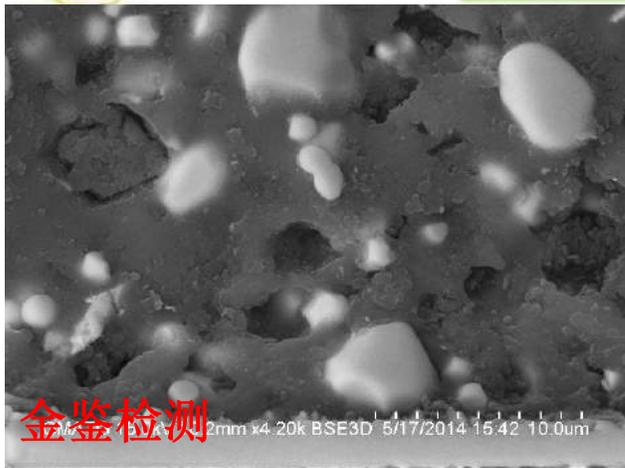
荧光粉覆盖到芯片外延层侧面



荧光粉覆盖到芯片外延层侧面

荧光粉薄而均匀地覆盖在整个芯片表面及侧面，无沉淀现象。

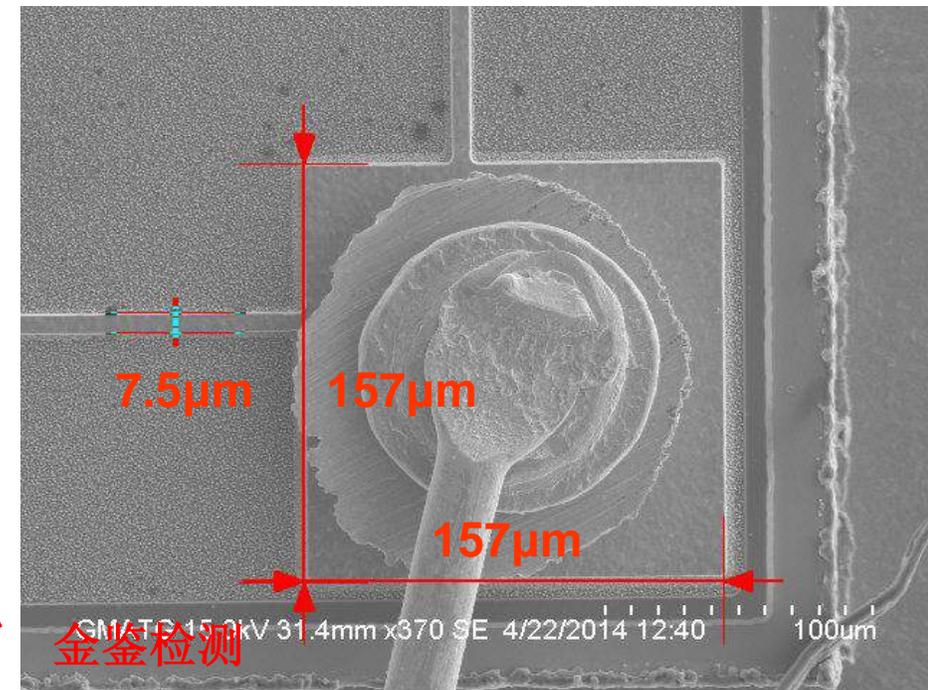
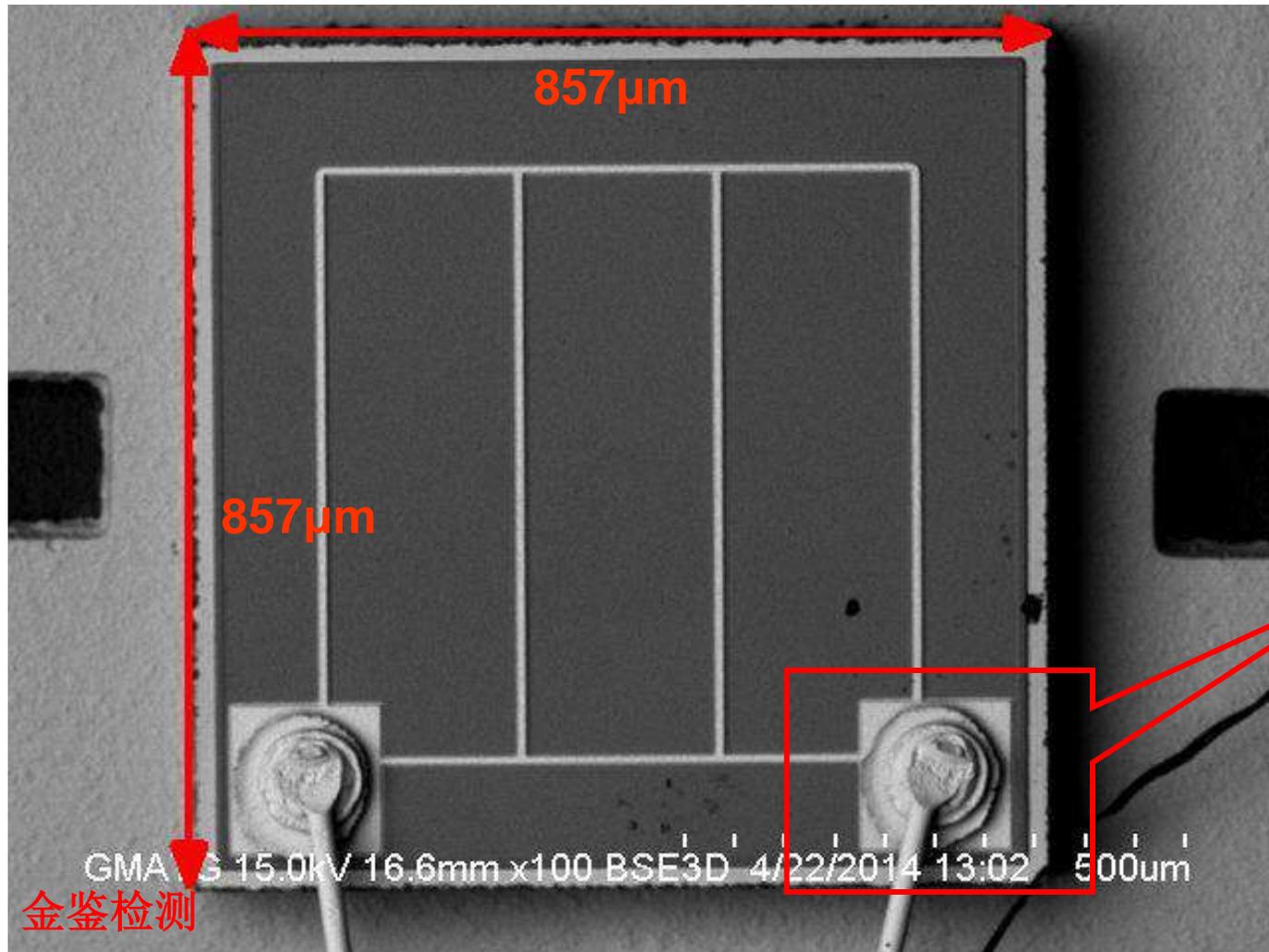
3. 荧光粉（形貌和成分）



能谱分析显示为铈激活的稀土石榴石荧光粉（YAG:Ce）。

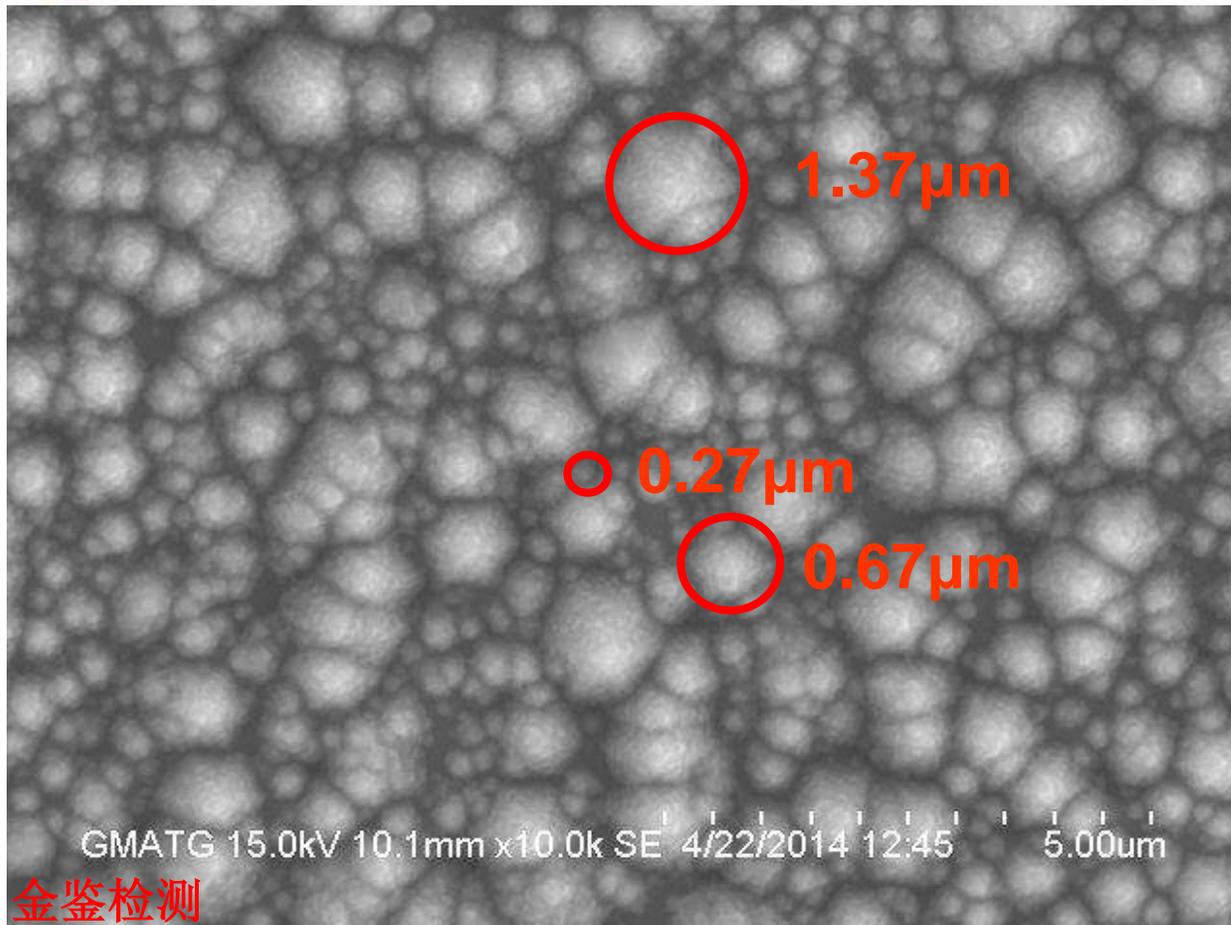
XXX封装公司的荧光粉相对于同级别的竞争对手，并不出彩。从左边的扫描电镜图可以看到，荧光粉颗粒大小不均，会降低白光封装颜色集中度。好的荧光粉应晶格完整性高，晶体表面破坏较小，呈规则的多面体或球形。然而我们在检测中发现不少形貌缺陷的荧光粉，这些荧光粉会导致产品色温漂移，易老化等可靠性问题。

4. 蓝光芯片（形貌观察）

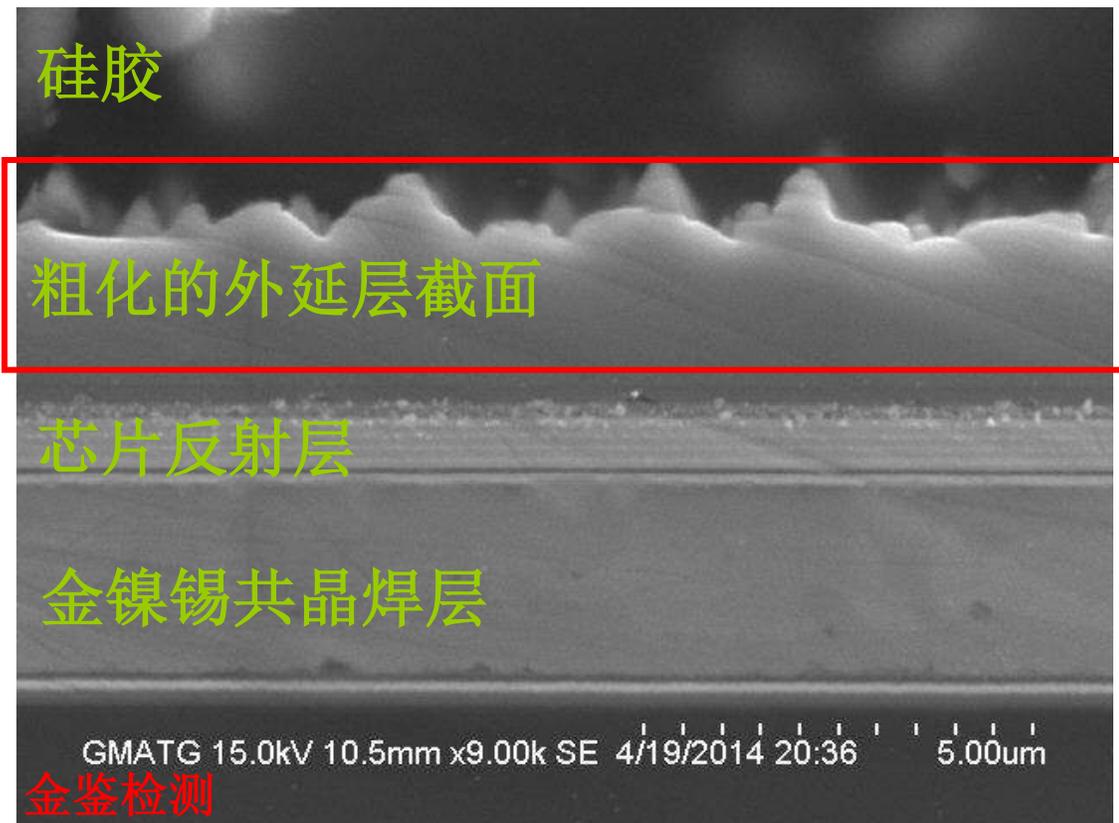


芯片电极图案完整，表面无缺陷和机械损伤。

4. 蓝光芯片（表面粗化）

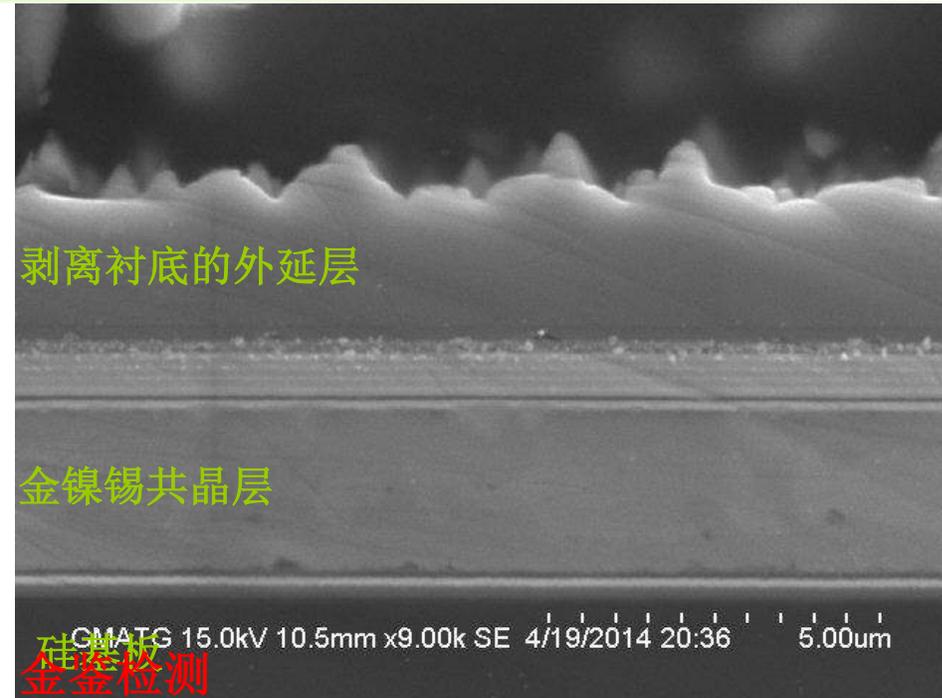
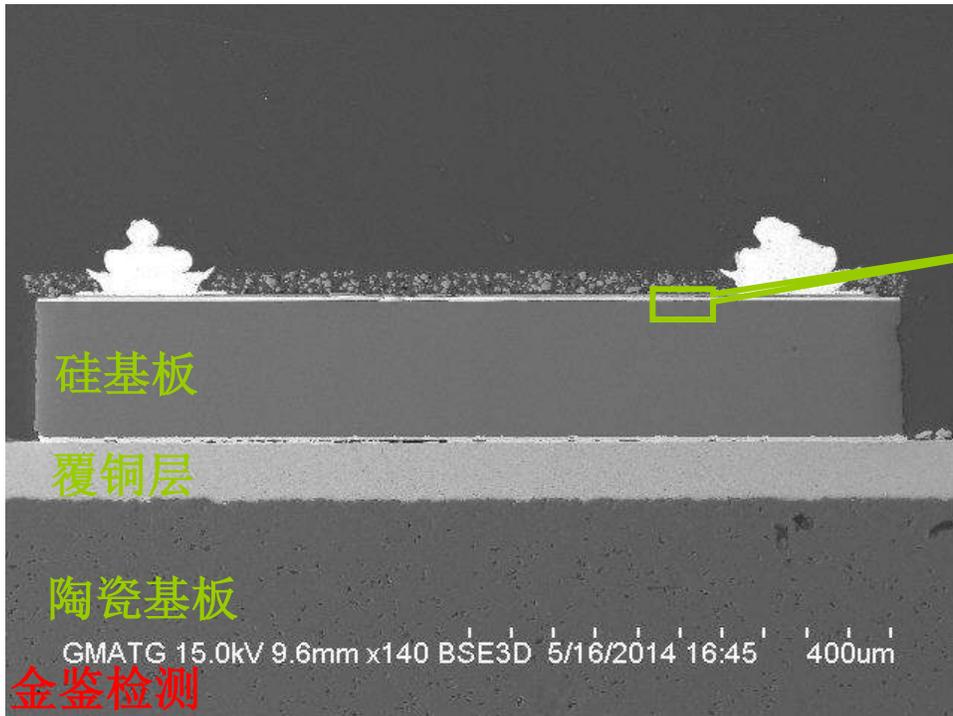


芯片外延层表面做了粗化处理，粗化晶粒细，出光效率高。



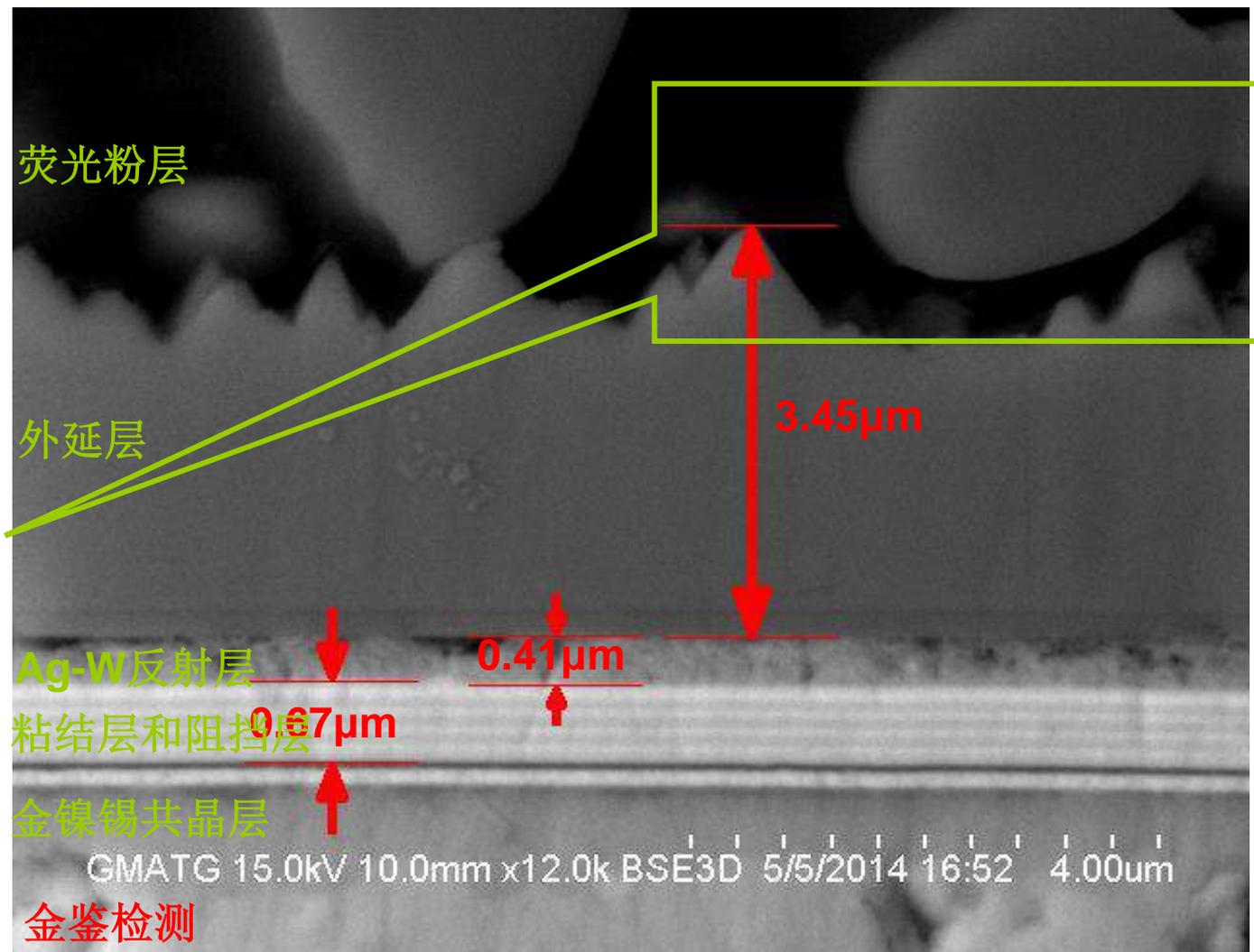
芯片粗化截面图

4. 蓝光芯片（芯片制程）



采用金属黏合技术，在LED外延层P层上溅射具有高反射性及高热传导性的Ag，再溅射W保护层，然后，通过金镍锡共晶工艺，将芯片焊接到Si衬底上，最后，通过激光剥离技术，将XX衬底剥离。衬底转移技术和金属黏合技术的运用，有效地解决了芯片的散热和提高出光效率的问题。

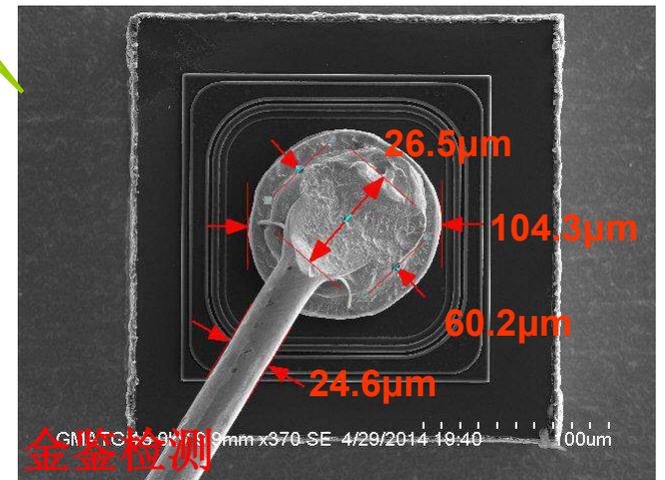
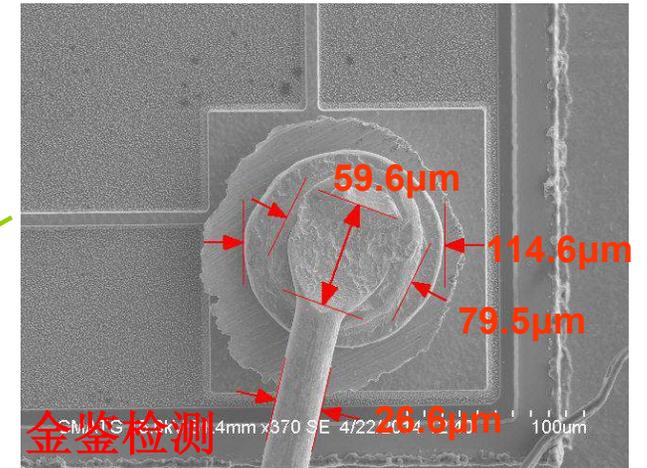
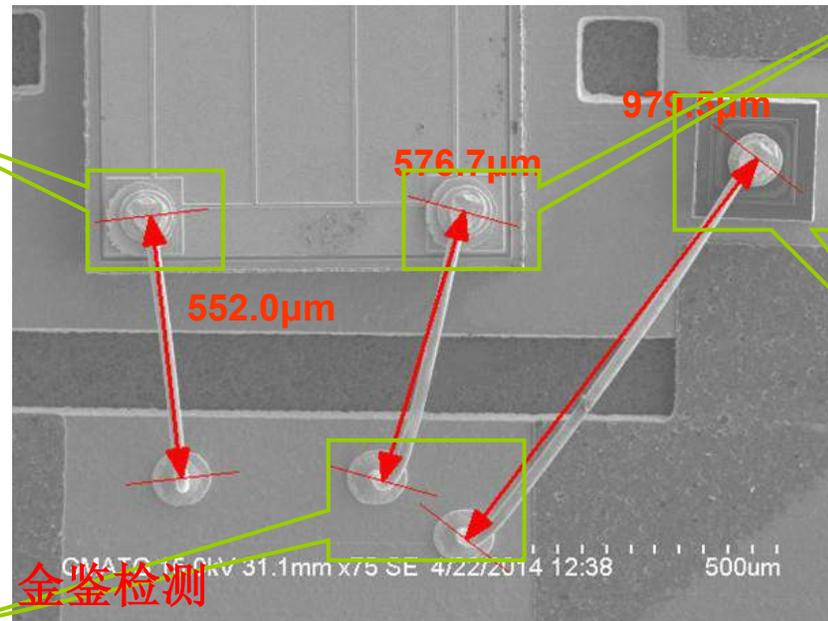
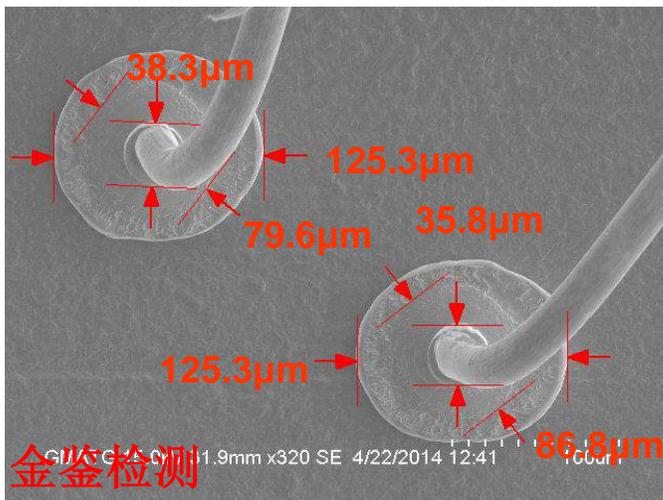
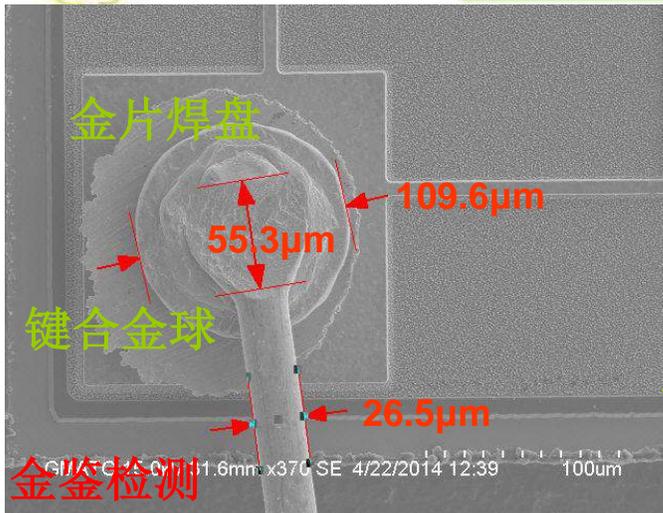
4. 蓝光芯片（芯片制程）



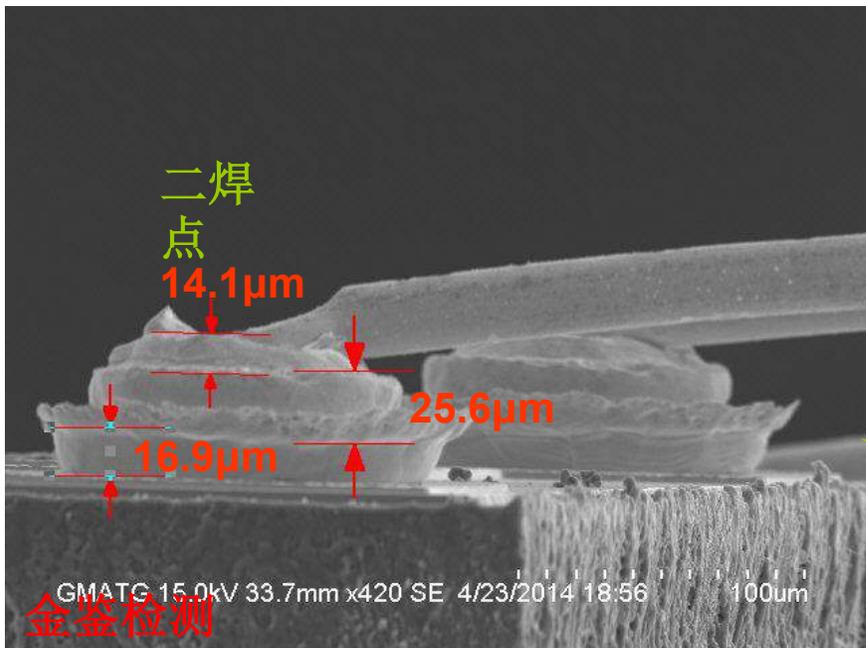
元素	重量百分比	原子百分比
Ag	66.49	77.18
W	33.51	22.82
总量	100.00	100.00

Ag 作为反射层，再键合W保护层

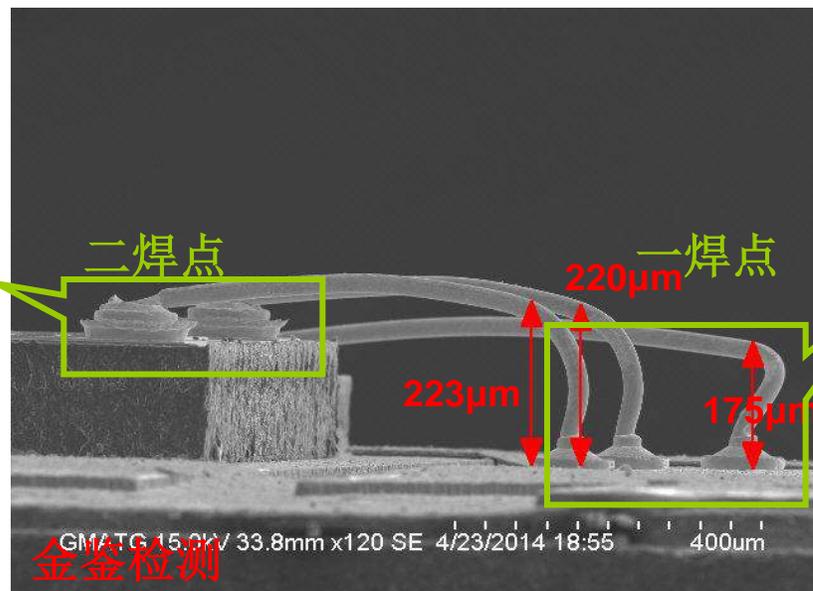
5. 引线键合 (形貌观察)



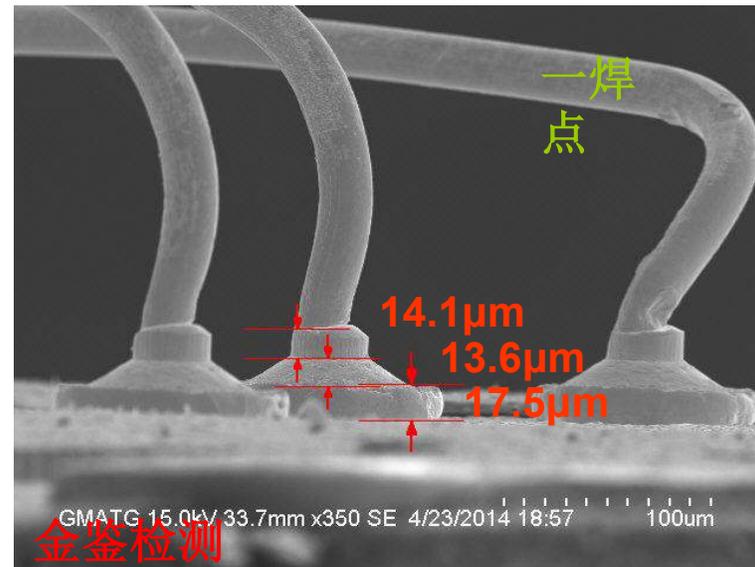
5. 引线键合 (形貌观察)



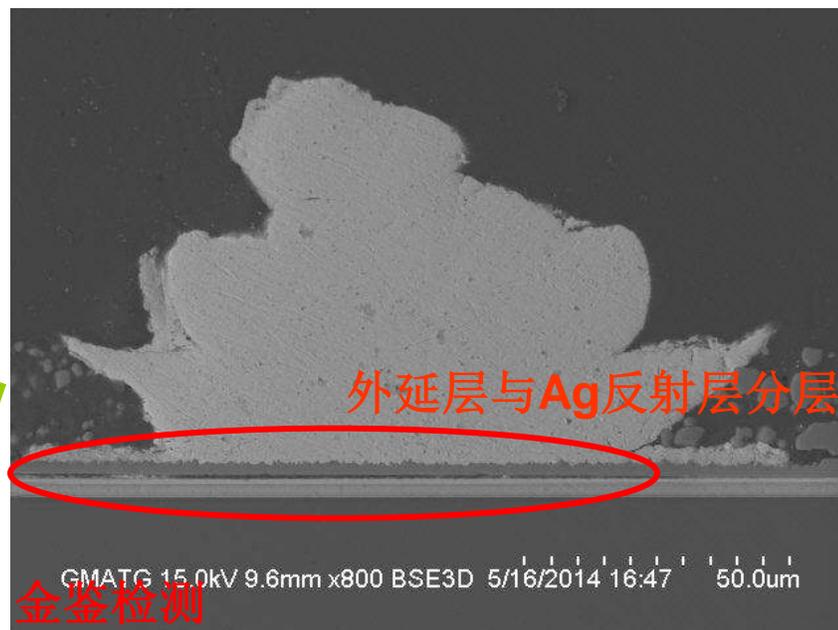
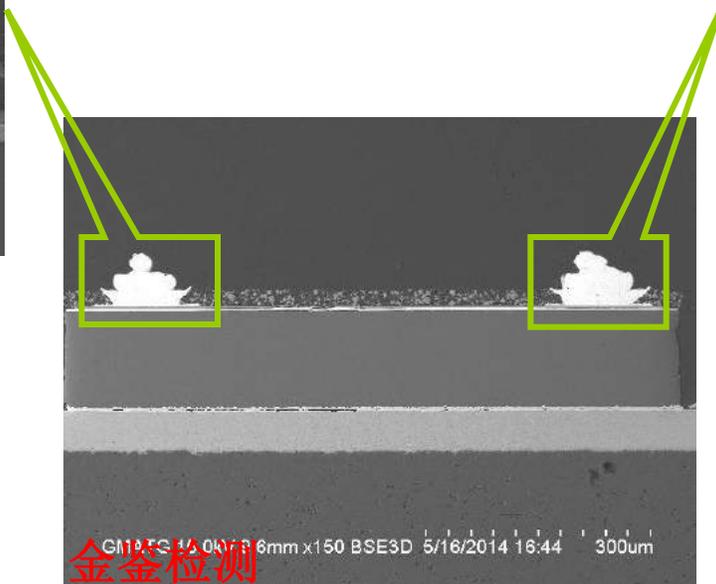
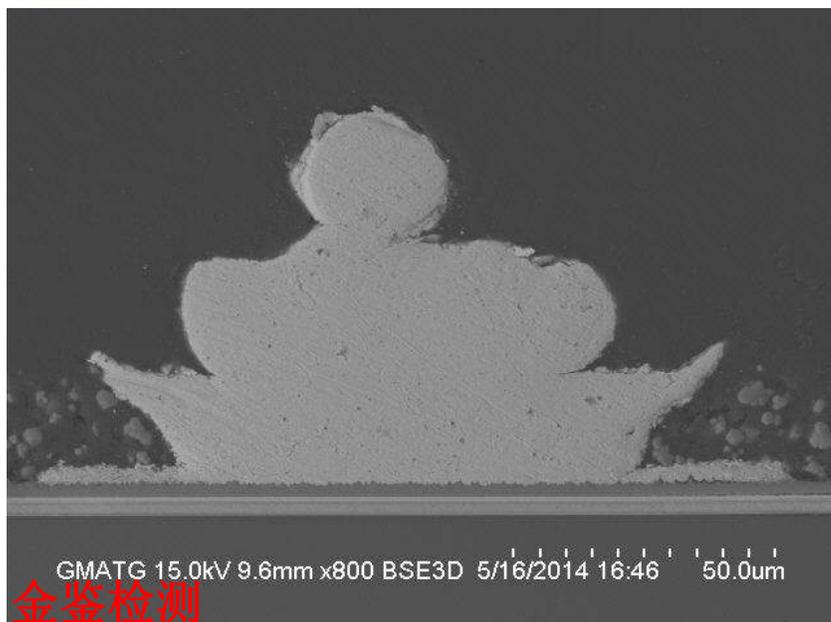
二焊采用三次打线技术，第一次植金球，形成凸点，荧光粉保型涂覆后，将金球凸点打磨平，第二次植小金球，便于粘合，第三次压焊，把小金球压扁。



采用反向打线工艺，一焊在基板上，二焊在芯片上，弧高低，高光角，防止金线挡光。

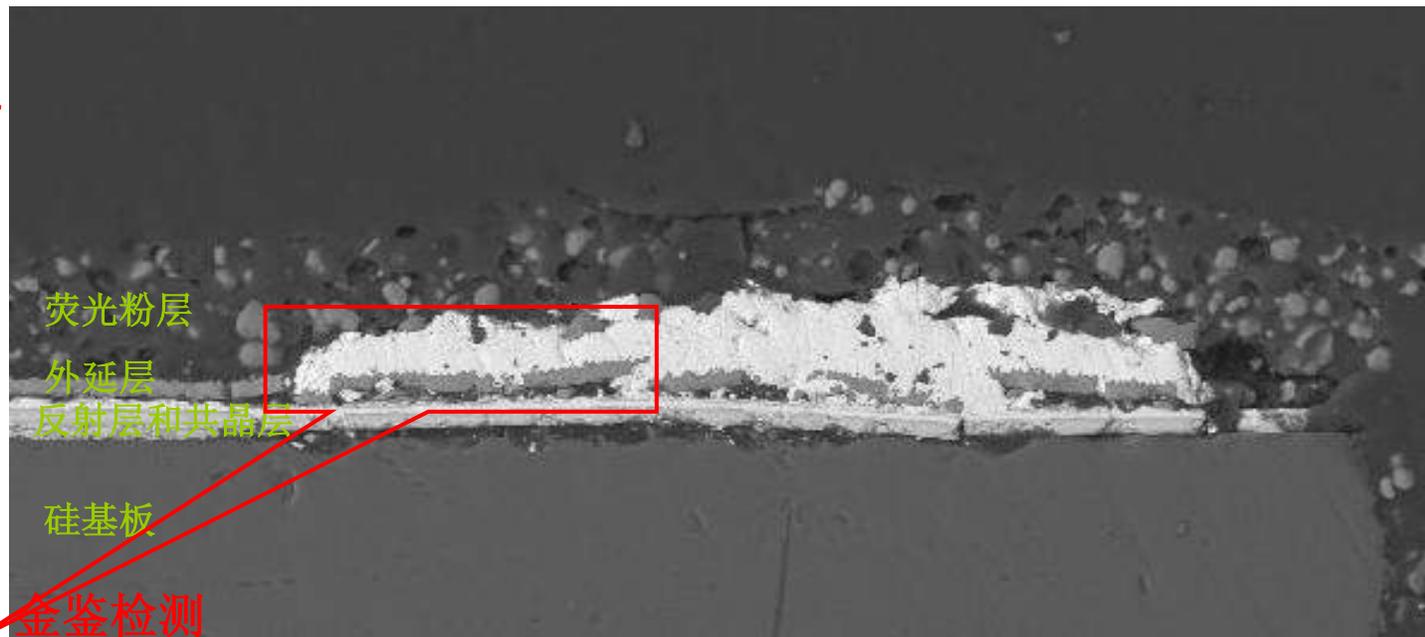
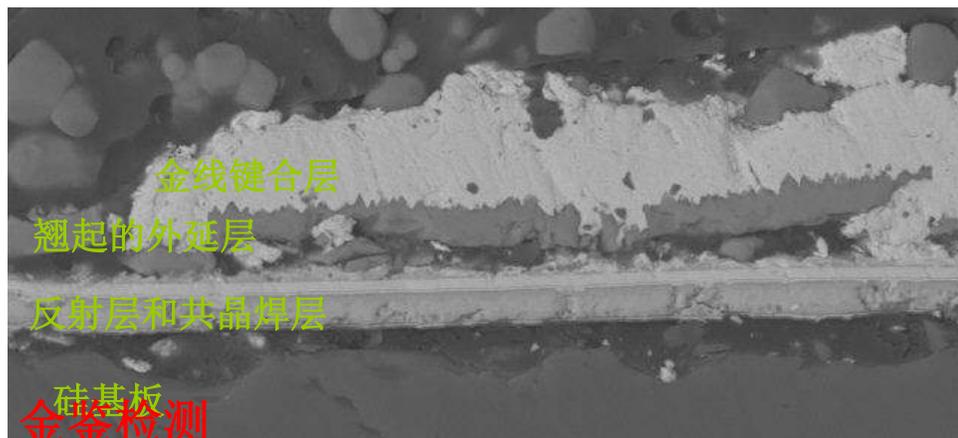
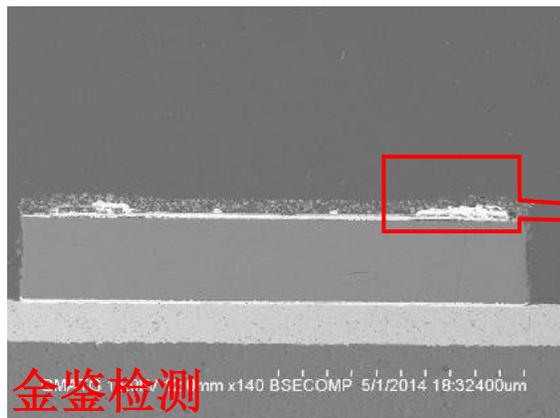


5. 引线键合 (样品一)



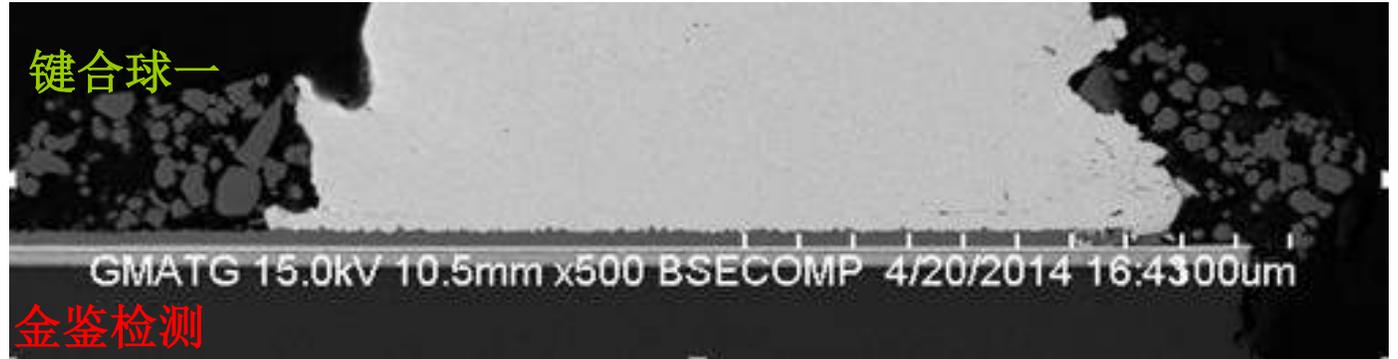
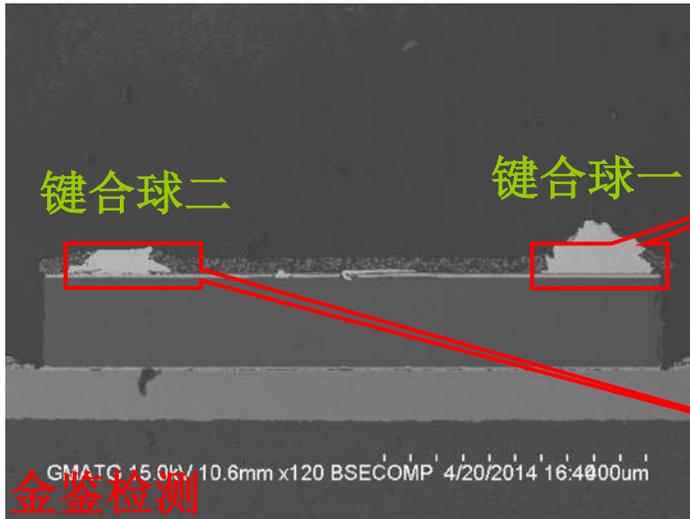
金线与LED外延层键合良好，但是我们发现右边的电极处 Ag反射层与外延层附着力弱，有分层现象。为此我们选做了几个样品，确定这不是偶然问题。

5. 引线键合 (样品二)

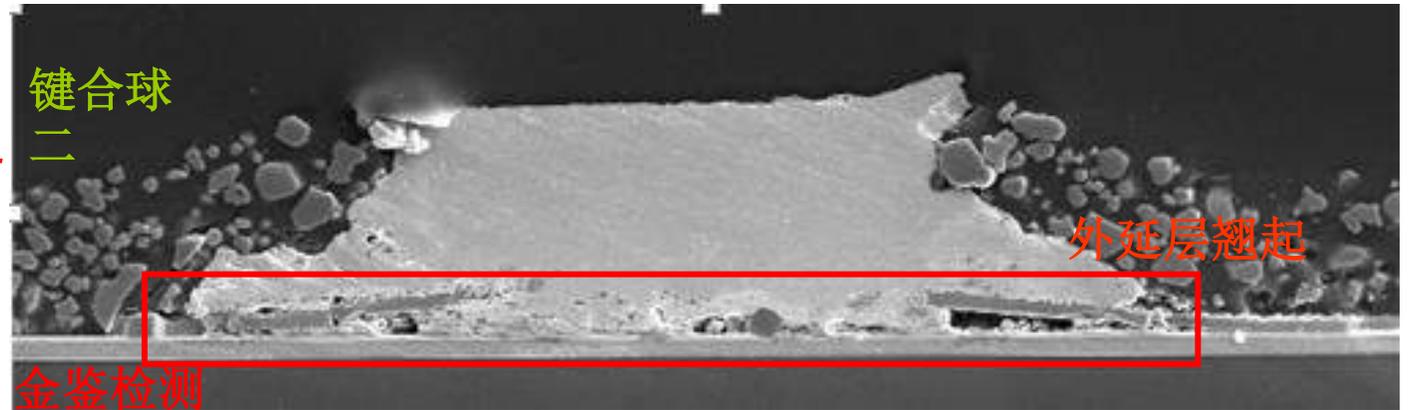


样品二右边电极处，外延层受键合的冲击力，向上翘起，与键合球融合到一块，而反射层则被共晶焊牢固的粘在硅基板上，这样会带来漏电和短路的风险。

5. 引线键合 (样品三)



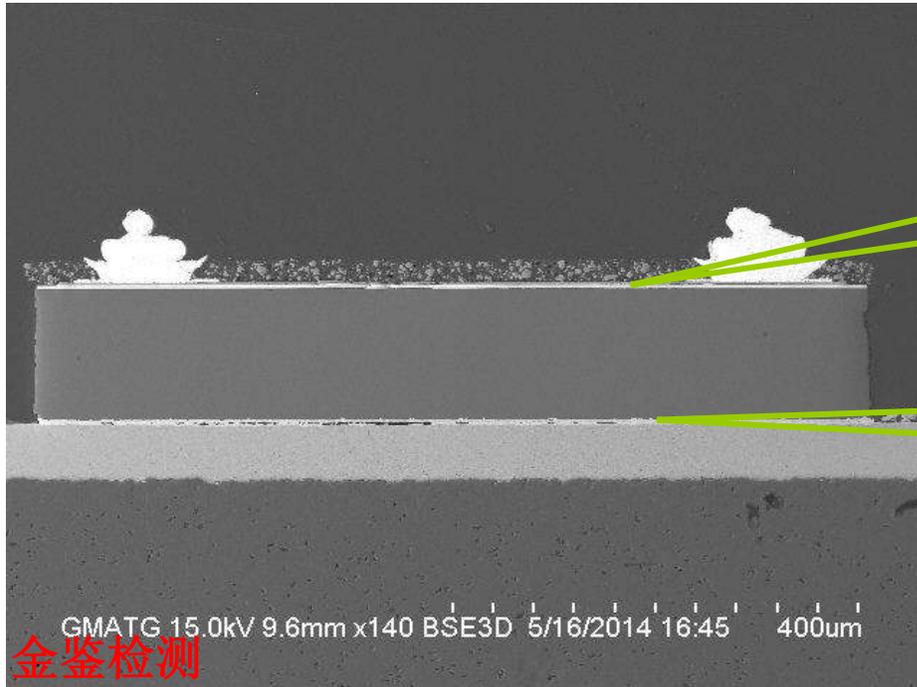
键合球一键合良好,与金电极和外延层紧密贴合。



键合球二电极处外延层翘起,这种情况会导致芯片漏电、短路、抗静电能力差。

6. 固晶制程

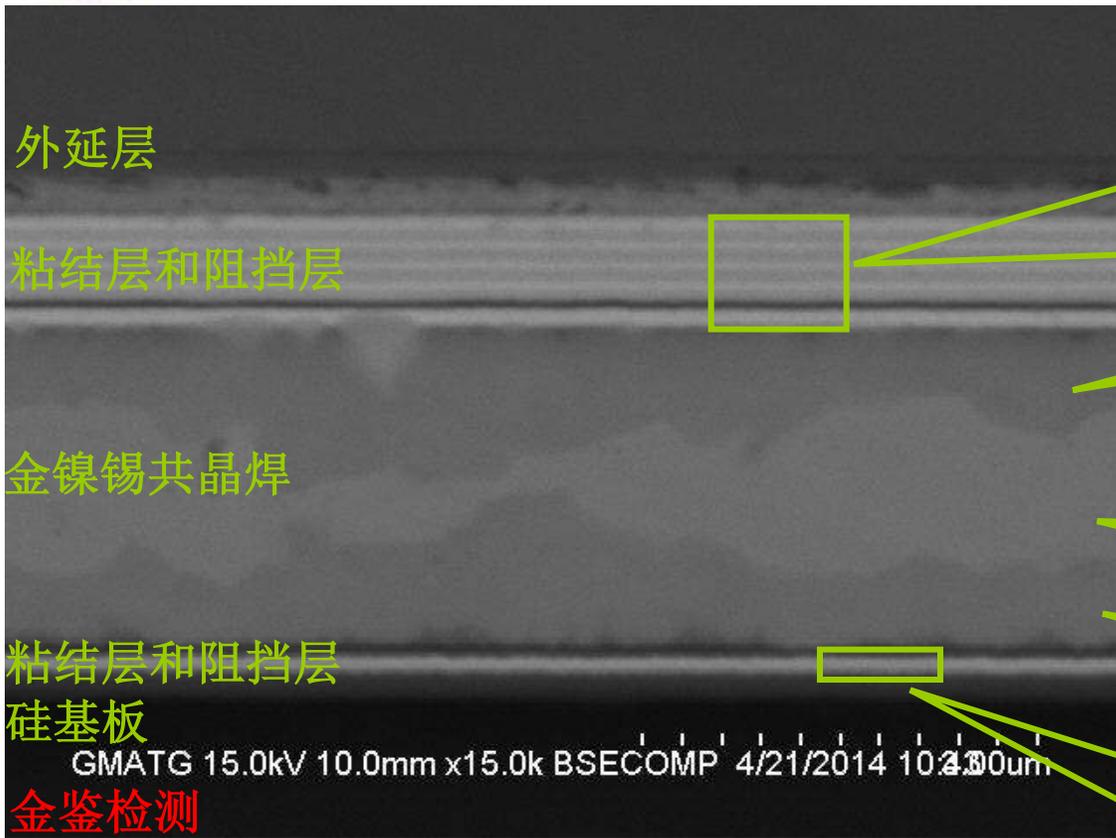
LED 外延材料与封装材料之间热膨胀系数的差异可能会导致 LED 封装界面的开裂，从而导致导热减弱甚至发光失效。XXX封装公司，采用两次金镍锡共晶键合工艺，第一次是芯片反射层与硅基板之间金镍锡共晶，第二次是硅基板与支架金镍锡共晶。其共晶结构较为复杂，主要起到缓冲和减少热适配的作用。



外延层与硅基板共晶

硅基板与镀铜层共晶

6. 固晶制程 (芯片固晶)



元素	重量百分比	原子百分比
Ti	3.27	11.05
W	55.01	51.31
Pt	41.72	37.64
总量	100.00	100.00

元素	重量百分比	原子百分比
Ni	24.31	40.32
Sn	68.26	56.00
Au	7.44	3.68
总量	100.00	100.00

元素	重量百分比	原子百分比
Ni	13.28	26.15
Sn	59.36	57.80
Au	27.36	16.05
总量	100.00	100.00

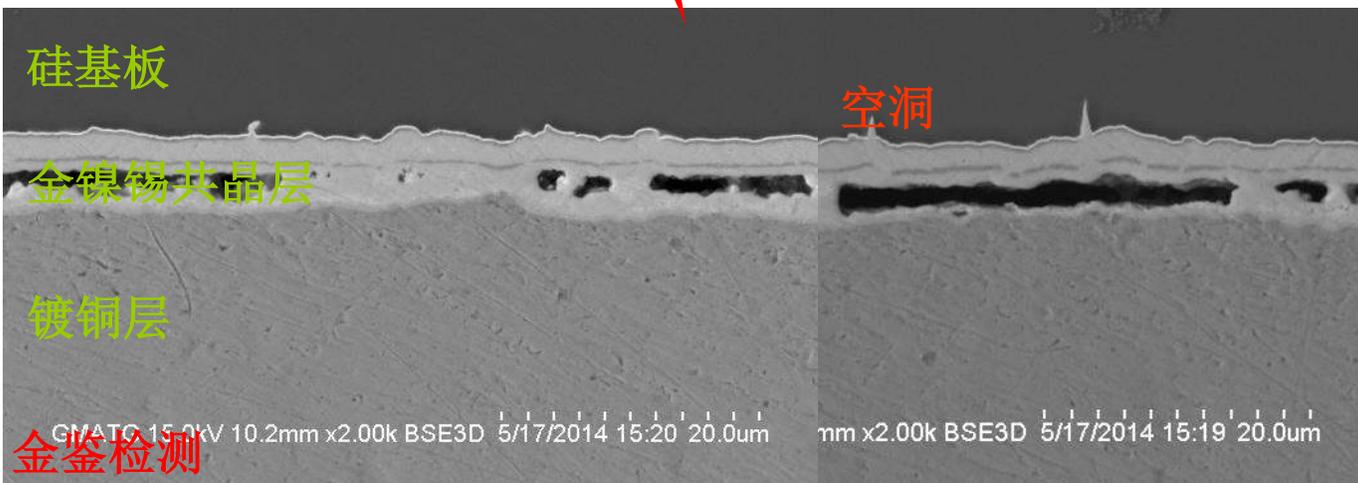
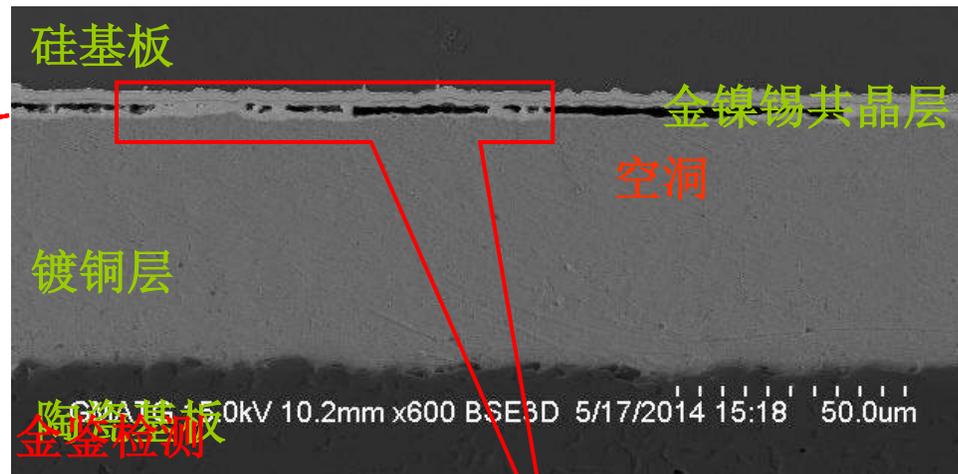
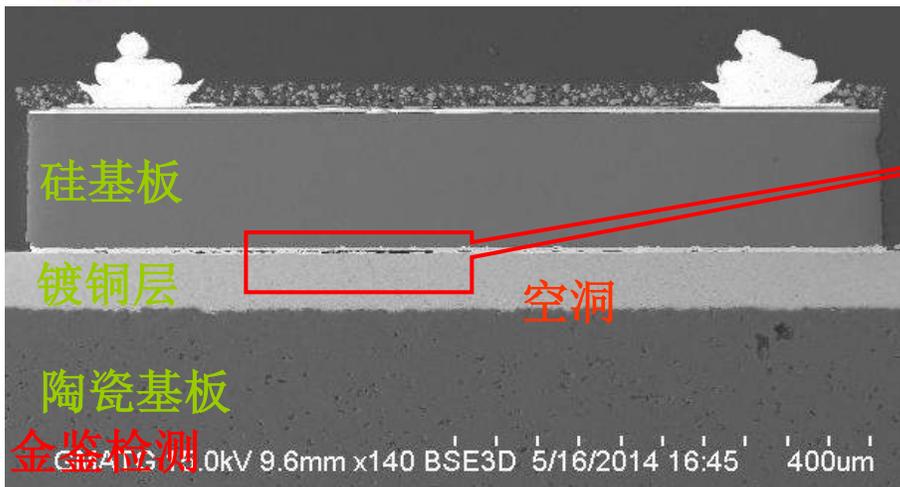
三明治共晶，上下层金含量偏少，中间夹层金含量较多，这样起缓冲作用，减少热失配现象。

元素	重量百分比	原子百分比
Ti	40.16	72.03
W	59.84	27.97
总量	100.00	100.00

元素	重量百分比	原子百分比
Ni	25.66	41.90
Sn	68.31	55.17
Au	6.03	2.94
总量	100.00	100.00

通过对晶片与基板连接处的元素进行分析，可以推测为金镍锡焊料。通过共晶制程将晶片与基板连接。共晶质量好，无空洞现象。

6. 固晶制程（硅基板固晶）



Si基板共晶层存在大量空洞。大量空洞的产生会使固晶结合强度与热传导性降低，同时也会造成应力分布不均匀。另外，空洞是造成欧姆接触不良的主要原因，空洞会引起电流密集效应，在它附近有可能形成不可逆的，破坏性的热电击穿，即二次击穿，给LED器件的可靠性带来极大隐患。同时，共晶层高低不平，这可能是由粗糙的基板造成的。过于粗糙的镀铜表面会影响共晶材料的流动性和共晶质量。

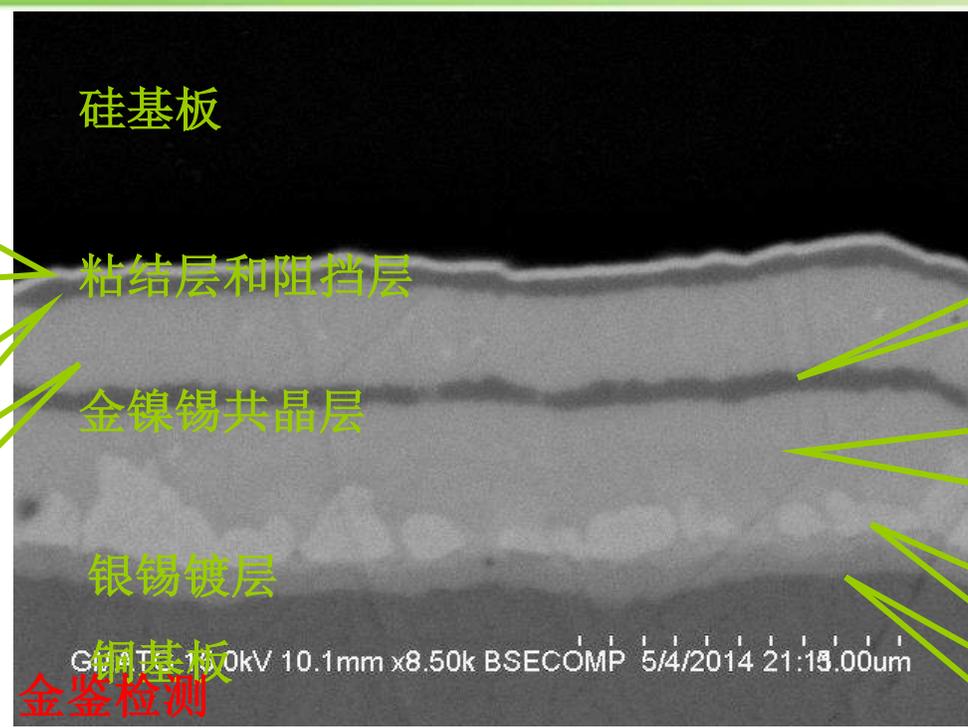
我们建议XXX封装公司优化共晶工艺，增加硅基板共晶的厚度以消除空洞。

6. 固晶制程 (硅基板固晶)

元素	重量百分比	原子百分比
Ti	5.23	15.82
Ni	7.99	19.72
Pt	86.78	64.47
总量	100.00	100.00

元素	重量百分比	原子百分比
Ni	50.12	76.95
Pt	49.88	23.05
总量	100.00	100.00

元素	重量百分比	原子百分比
Ni	22.53	37.83
Sn	70.88	58.87
Au	6.59	3.30
总量	100.00	100.00



元素	重量百分比	原子百分比
Ni	25.86	42.07
Sn	68.66	55.26
Au	5.49	2.66
总量	100.00	100.00

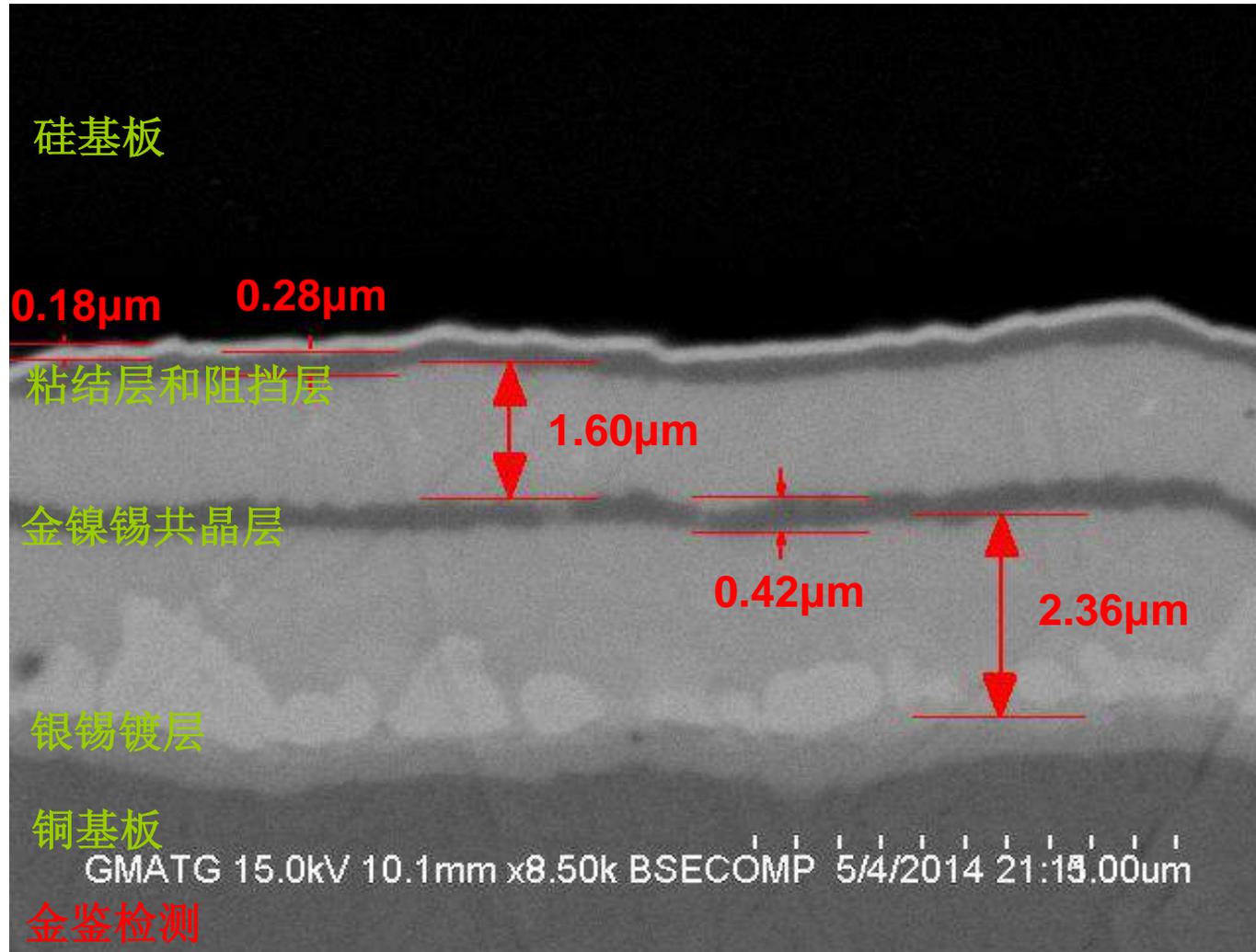
元素	重量百分比	原子百分比
Ni	17.65	31.20
Sn	73.14	63.95
Au	9.21	4.85
总量	100.00	100.00

元素	重量百分比	原子百分比
Ag	71.26	73.18
Sn	28.74	26.82
总量	100.00	100.00

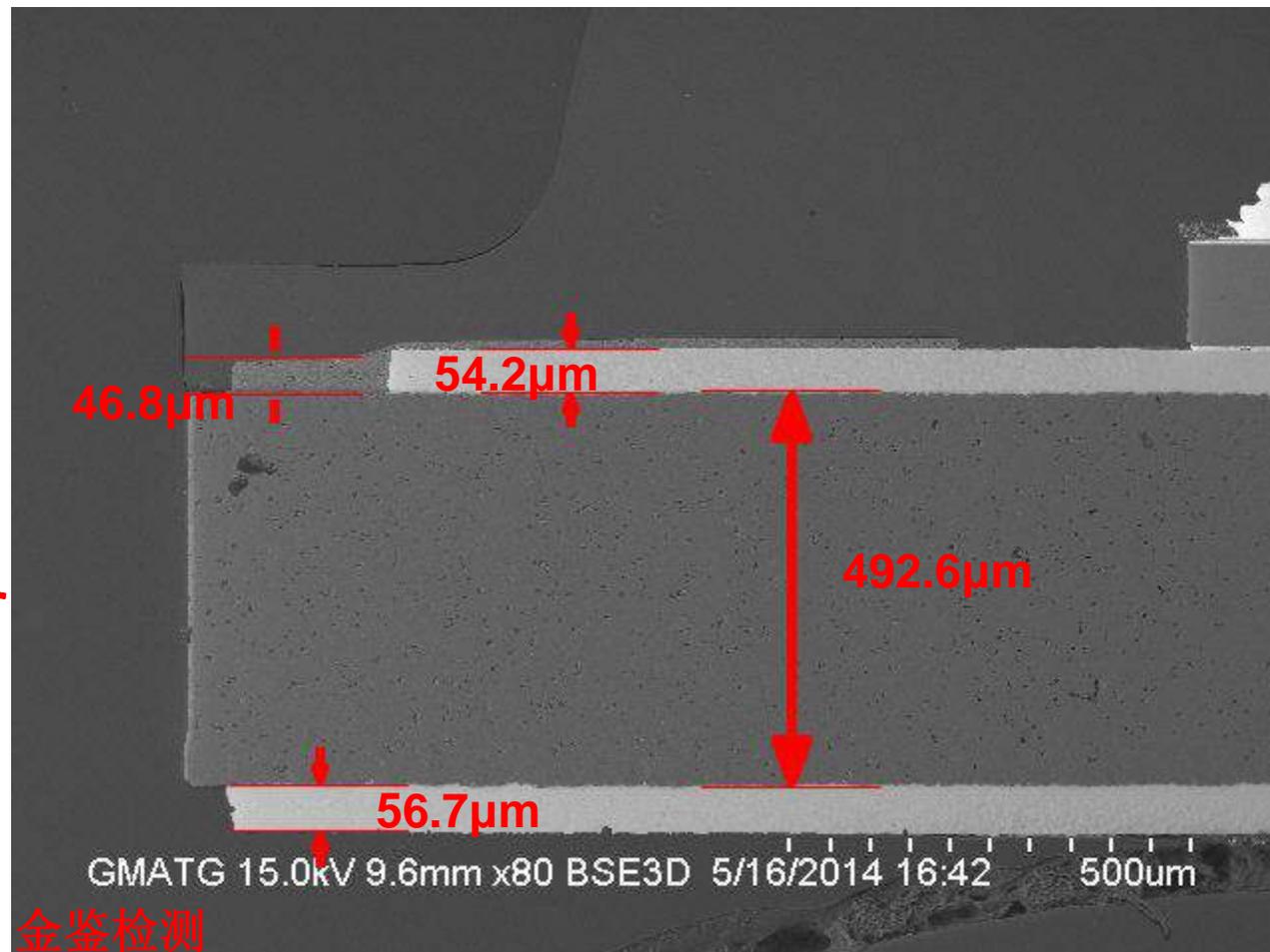
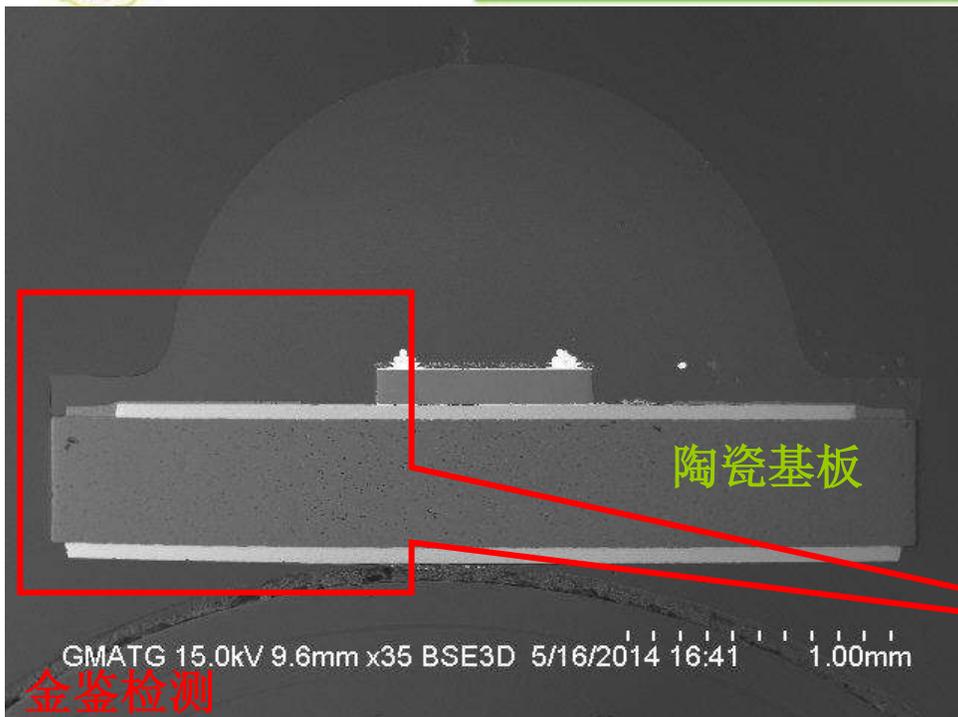
元素	重量百分比	原子百分比
Cu	66.67	78.89
Sn	33.33	21.11
总量	100.00	100.00

采取如此复杂的共晶结构，主要目的是减少铜与硅基板的热适配，提高灯珠的可靠性。

6. 固晶制程（尺寸测量）

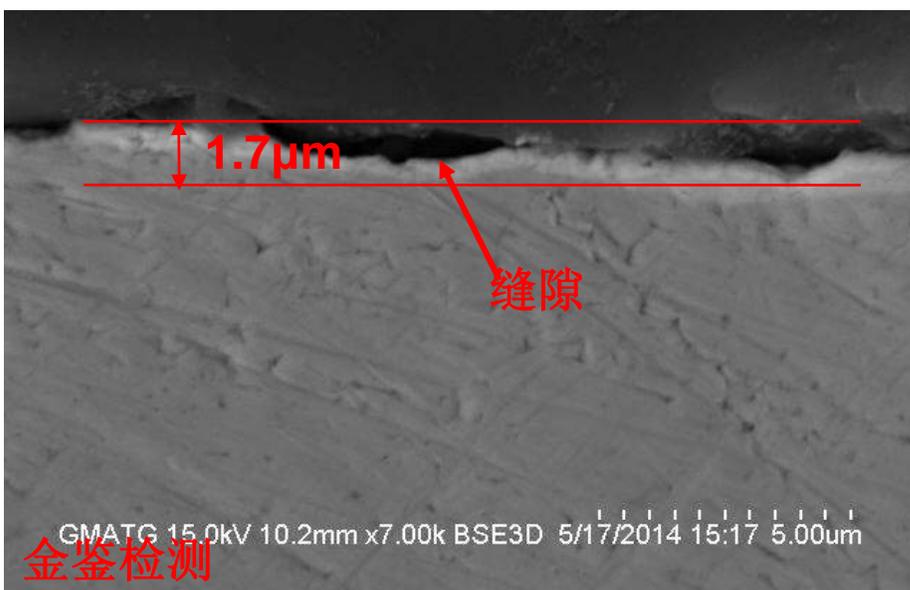
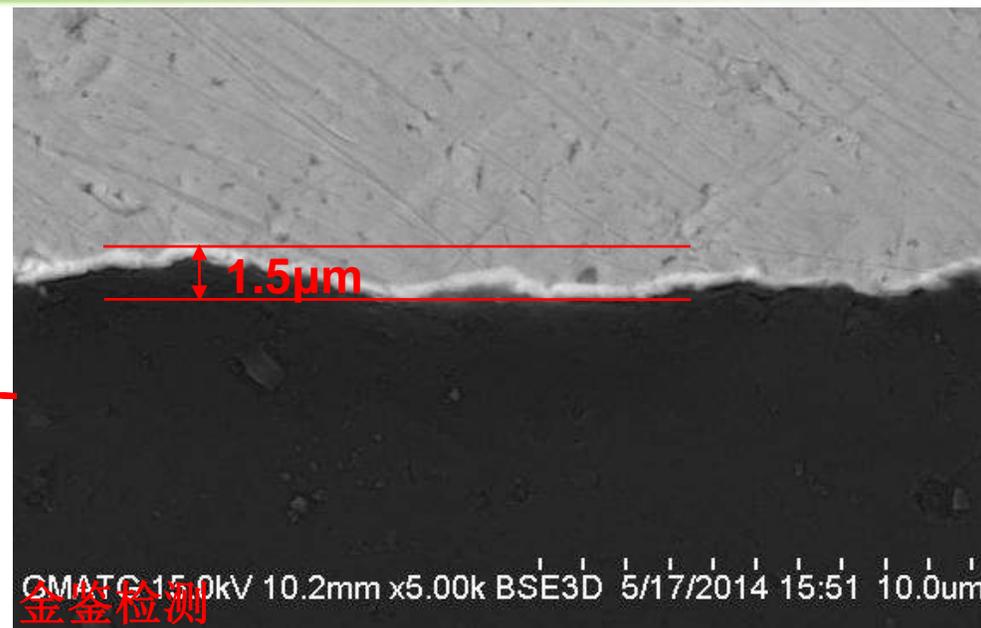
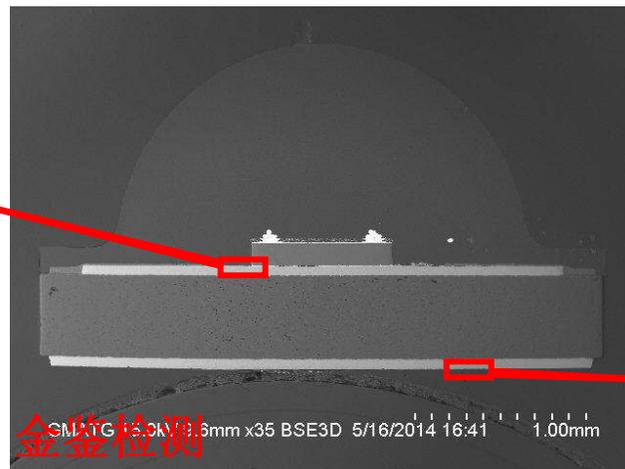
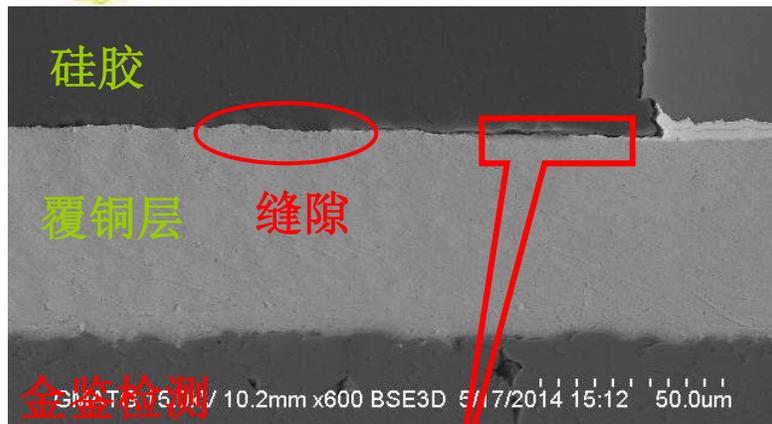


7. 基板（尺寸测量）



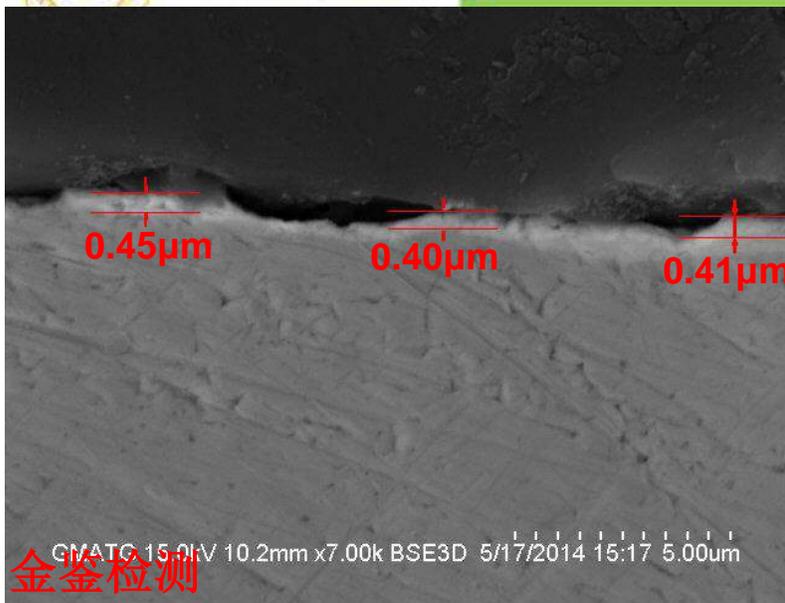
通过对基板进行元素分析，可以推测基板是 Al_2O_3 陶瓷基板。扫描电镜观察靠近 Al_2O_3 一侧的镀铜与陶瓷形成了紧密的敷接，且在界面处没有发现孔洞的存在。

7. 基板（表面粗糙度）

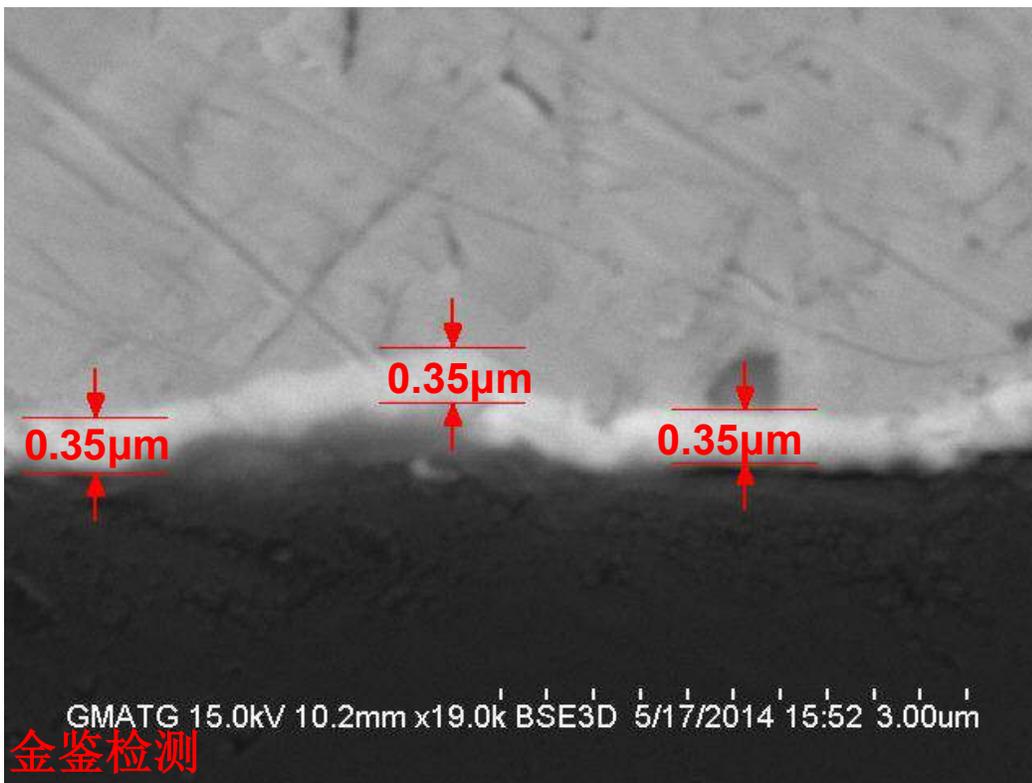
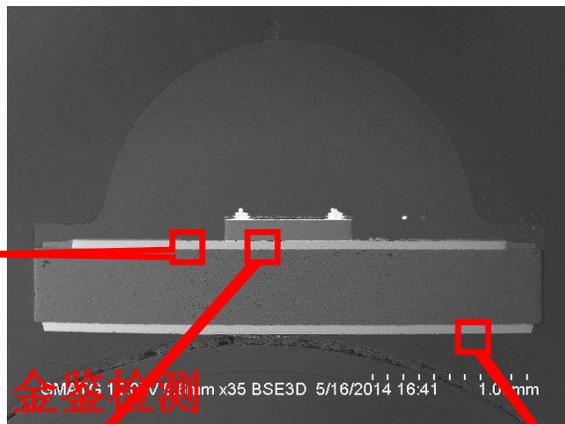


DPC直接镀铜基板，其镀铜表面粗糙度高达 $1.7\mu\text{m}$ ，远高于业界 $0.3\mu\text{m}$ 标准。过粗的表面，会影响硅胶与基板的贴合，湿气会随着缝隙进入芯片功能区，降低芯片可靠性。粗糙的表面也会影响共晶材料的流动性，导致共晶层填平效果差。同时由于粗糙度增大，导致基板整体热导率极大的降低。陶瓷基板供应商需要进一步优化电镀铜工艺中的电流密度和电镀时间。基板整体的导热性能不光取决于基体本身的热导率，同时也取决于材料的物理状态，例如表面平整度、致密性等，而这些因素与电镀工艺密切相关。

7. 基板（镀层）

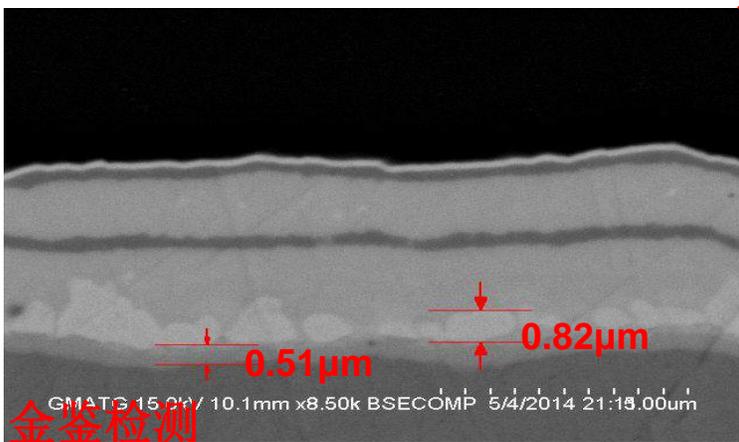


功能区镀银层厚度 $0.45 \pm 0.1 \mu\text{m}$



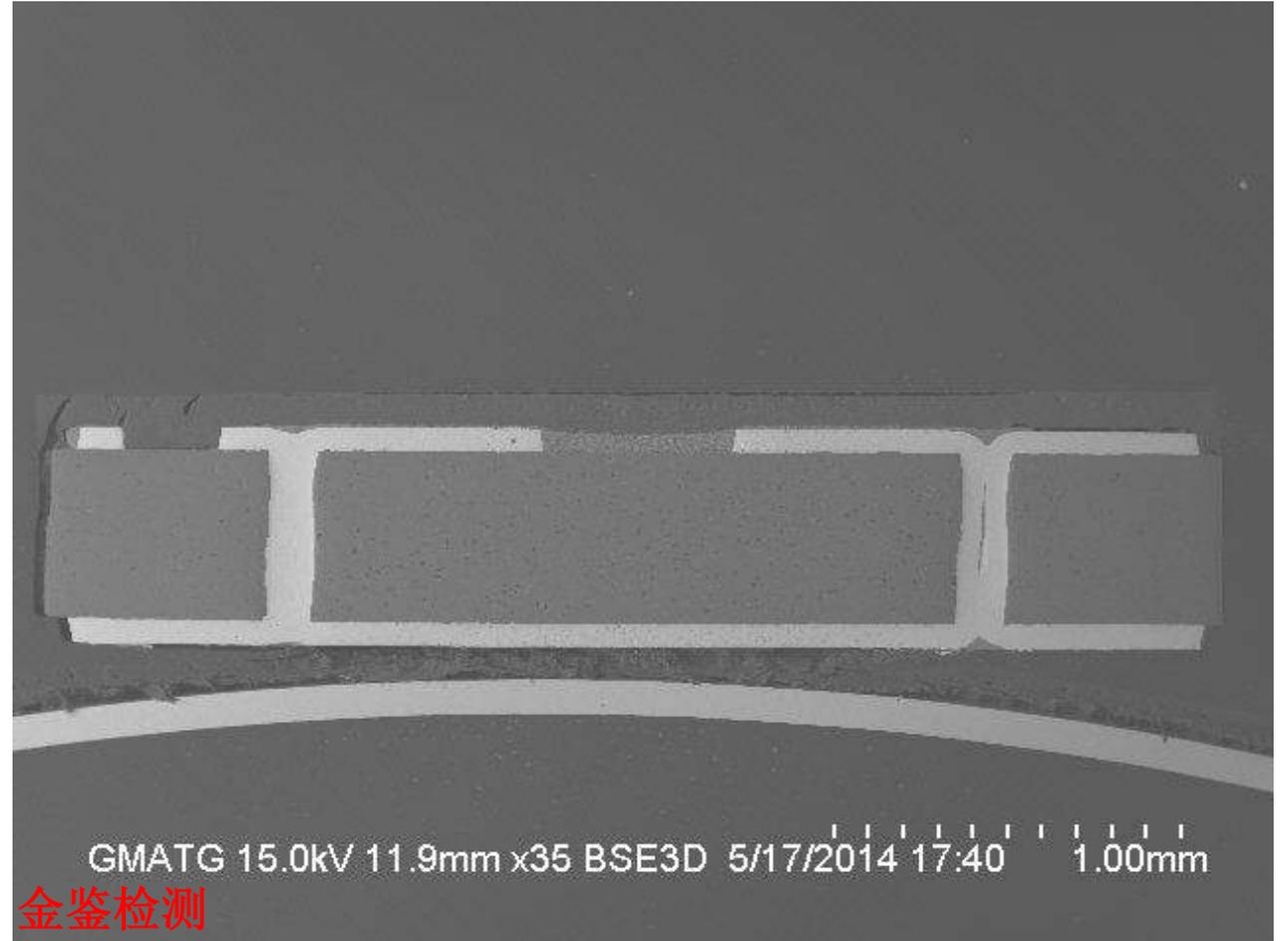
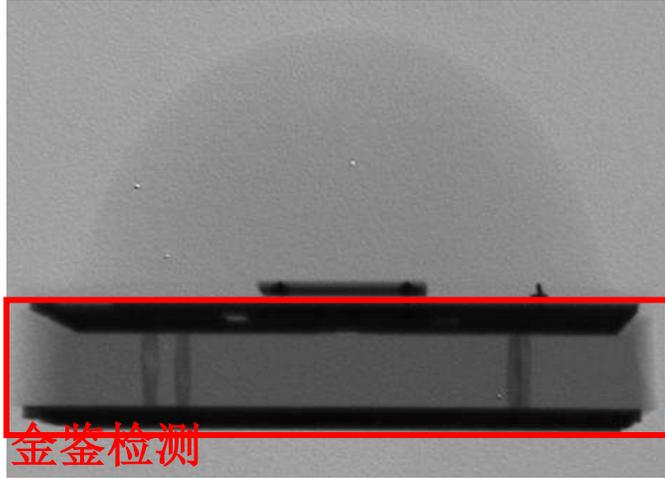
无论是功能区，还是非功能区，镀银层都极薄，受粗糙的基板影响，厚度不均，过薄的镀银层会使LED容易遭受硫化入侵。过度粗糙的功能区镀银层也会影响光的反射。

非功能区镀银层厚度 $0.35 \pm 0.1 \mu\text{m}$



芯片区镀银层厚度 $1.2 \pm 0.5 \mu\text{m}$

7. 基板（导电通孔）



基板导电通孔兼顾电路导通及增加热传出之效果，使LED 芯片的封装的厚度降低。

金鉴检测面向LED封装和照明厂的主营业务

产业链归类	检测项目	
LED封装厂	来料检验	LED芯片的鉴定；LED芯片来料检验；LED荧光粉的来料检验；LED导电银胶来料检验；LED金线来料检验；LED支架来料检验；LED辅料热膨胀系数检测；DSC；水口料鉴定；LED抗静电能力测试；LED辅料导热系数/热阻测量。
	研发工艺优化	LED荧光粉涂覆工艺评价；LED固晶工艺评价；LED引线键合工艺评价；LED灯珠体检；LED灯珠气密性检查；LED逆向分析。
	失效分析	LED灯珠失效分析；LED硫化失效分析；LED芯片漏电点查找；COB金线断裂观察；LED金线断裂分析；LED灯珠发黑初步诊断；灯珠硫化入侵路径查找；LED封装车间排硫检测。
LED照明厂	来料检验	LED芯片的鉴定；LED灯珠来料检验；LED辅料无硫鉴定；LED电源无硫鉴定；PMMA颗粒直径测量；LED灯珠质量的快速鉴定；LED灯珠抗硫化能力鉴定；LED灯珠气密性鉴定；LED灯珠用料和工艺规格书/LED灯珠封样检测；LED灯珠体检；水口料鉴定；LED抗静电能力测试；LED辅料导热系数/热阻测量。
	研发工艺优化	LED灯具结构分析；LED SMT回流焊缺陷检测；LED照明灯具焦耳热分布；LED逆向分析。
	失效分析	LED灯具质量快速鉴定；LED硫化失效分析；LED灯具失效分析；LED灯具排硫鉴定；LED灯具拆解；LED灯具用料和工艺规格书/LED灯具封样检测；LED灯珠发黑初步诊断；LED照明厂车间排硫检测。