关于上海奕瑞光电子科技股份有限公司向不特定对象发行可转换公司债券申请文件审核问询函的回复

保荐机构（主承销商）：中金公司

北京市朝阳区建国门外大街1号国贸大厦2座27层及28层

上海证券交易所：

贵所于2022年5月18日出具的《关于上海奕瑞光电子科技股份有限公司向不特定对象发行可转换公司债券申请文件的审核问询函》（上证科审（再融资）（2022）100号）（以下简称“问询函”）已收悉。上海奕瑞光电子科技股份有限公司（以下简称“奕瑞科技”、“发行人”、“公司”）与中国国际金融股份有限公司（以下简称“保荐机构”）、上海市方达律师事务所（以下简称“发行人律师”）、立信会计师事务所（特殊普通合伙）（以下简称“申报会计师”）等相关方对问询函所列问题进行了逐项核查，现回复如下，请予审核。

如无特别说明，本回复使用的简称与《上海奕瑞光电子科技股份有限公司向不特定对象发行可转换公司债券募集说明书》中的释义相同，若出现合计数值与各分项数值之和尾数不存的情况，均为四舍五入原因造成。

问询函所列问题	黑体（加粗）
问询函所列问题的回复	宋体（不加粗）
涉及对募集说明书等申请文件的修改内容	楷体（加粗）

1. 关于募投项目

1.1 关于新型探测器及闪烁体材料产业化项目

根据本次申报及IPO披露材料，（1）公司掌握非晶硅、IGZO、柔性和CMOS四大传感器技术，并具备量产数字化X线探测器的能力。公司产品结构以非晶硅、IGZO探测器为主，CMOS探测器占比较低；尚不具备CT探测器、闪烁体材料的量产能力；（2）本项目将建设CMOS探测器、CT探测器等新型探测器产能；以及碘化铯晶体、硫氧化钆陶瓷、钨酸镉晶体等闪烁体材料生产线，实现核心原料国产化和自主可控；（3）IPO募投生产基地建设项目建设非平板探测器、线阵探测器和口内牙科探测器产能。

请发行人说明：（1）X线探测器市场各技术路线的销售格局、对应客户类型及发展趋势，公司现有、前次及本次募投项目探测器产品报告期内收入及对应的技术路线、技术水平、应用领域等情况；（2）公司目研与外购闪烁体性能、制备工艺对比情况，对探测器产品质量、良率等的影响；（3）结合目前相关产品占比较低或尚未量产的原因，报告期内相关的研发项目及投入，形成的知识产权等，说明本次募投项目所需相关核心技术与工艺的准备情况，募投项目实施是否存在重大不确定性；（4）结合行业发展、市场格局、公司技术水平、客户认证及在手订单、贸易政策影响等情况，分析新增探测器产品产能的合理性及产能消化措施；（5）结合公司生产耗用、市场需求等情况，分析新增闪烁体材料产能能否充分消化。

回复：

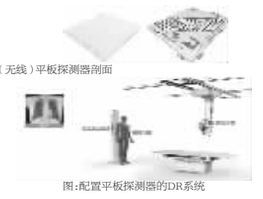
一、X线探测器市场各技术路线的销售格局、对应客户类型及发展趋势，公司现有、前次及本次募投项目探测器产品报告期内收入及对应的技术路线、技术水平、应用领域等情况

（一）探测器技术路线及发展趋势

数字化X线探测器按照传感器结构的不同，大致可分为平板探测器和PD探测模组（包括一维线阵探测模组和二维面阵探测模组）两大类。

1、平板探测器

平板探测器主要结构包括闪烁体、非晶硅/ IGZO/ 柔性/CMOS 传感器和读出芯片。平板探测器闪烁体材料目前常用的包括碘化铯和硫氧化钆，是直接蒸镀或耦合到光学传感器表面的一层薄膜状材料。平板探测器主要用于普放、乳腺、C型臂X射线机（C-Arm）、齿科、工业等领域。

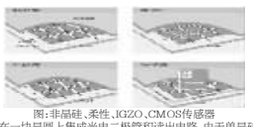


图：（无线）平板探测器外观图；（无线）平板探测器剖面

图：配置平板探测器的DR系统

（1）不同技术路线性能对比

目前，平板探测器全球量产产品的主流技术路线包括非晶硅、IGZO、柔性、CMOS四大类。其中非晶硅、IGZO和柔性均源于TFT技术，CMOS源于单晶硅技术。



图：非晶硅、柔性、IGZO、CMOS传感器

CMOS使用单晶硅晶圆作为衬底，在一块晶圆上集成光电二极管和读出电路，由于单晶硅电子迁移率更高，具有明显优于非晶硅/ IGZO/柔性的高动力辨率、高采集速度、极低噪声、低运耗。

项目	CMOS	非晶硅	IGZO	柔性
衬底	单晶硅	玻璃	玻璃	聚亚酰胺
电子迁移率	更高	一般	高	一般
电子噪声	更低	一般	低	一般
分辨率	更高	一般	高	一般
低剂量DQE	更好	一般	好	一般
残影	更好	一般	好	一般
主要应用场景	高端静态/超高速动态	静态/动态	高速动态	静态/动态
生产厂家	更少	多	少	少

与非晶硅、IGZO、柔性相比，CMOS具有更高的技术含量和技术难度。除发行人外，国内尚不存在具备CMOS探测器量产能力的国产厂家。

（2）不同技术路线探测器在医用领域应用及趋势情况

在医用静态领域，平板探测器应用的主要设备包括数字化X线摄影系统（DR）和数字化乳腺X射线摄影系统（FFDM）等。目前，静态医学影像设备主要使用非晶硅探测器。但是近年来，随着医学技术的发展，医生诊断需求提升，医疗机构对于医学影像设备的图像质量要求越来越高，部分领域非晶硅探测器已满足不了客户需求。例如，主流医学影像设备厂商基本上都为其高端FPDM配置CMOS探测器。未来，CMOS探测器会逐步占据高端静态医学影像设备的市场份额，而非晶硅探测器则依旧会是中低端静态医学影像设备的主流技术。

在医用动态领域，平板探测器应用的主要设备包括数字胃肠机（DRF）、数字减影血管造影系统（DSA）、C型臂X射线机（C-Arm）、放射性治疗的相关设备等。动态医学影像设备应用场景为动态影像诊断、术中透视成像及治疗辅助定位，在使用过程中需要进行持续曝光并提供连续的图像。目前，医用动态设备主要使用CMOS、IGZO和非晶硅探测器。但由于CMOS具有更高的分辨率、更小的电子噪声和残影，在心血管手术等对图像质量要求极高的领域CMOS无疑是最佳选择；在骨科手术应用中，在同等图像质量下，CMOS探测器需要使用的X线剂量最小。在动态设备使用过程中，医生和患者均需长时间在X线透视辐射中工作或接受治疗，使用剂量更小、性能更优的CMOS探测器，对与保障医生职业健康、延长医生执业生涯具有重大意义。未来，一方面，CMOS探测器在动态医学影像设备市场占有率预计会持续快增长；另一方面，随着CMOS探测器的推广以及成本的下降，会促进医疗机构对C-Arm、DSA等医用动态设备的市场需求，提高动态设备在医疗机构的配置率，带动整个探测器市场规模提升。

在齿科领域，平板探测器应用的主要设备包括口腔CBCT、口内摄影系统等。口腔三合一CBCT的主流配置一般需要两块探测器，目前主要使用非晶硅/IGZO和CMOS技术。在全球范围内，口腔CBCT目前渗透率较低，存在较大的增量市场。2016年国内口腔CBCT的数量约在2,000台左右，在国内口腔医疗机构的市场渗透率约为4.0%；2018年底，口腔CBCT的国内市场渗透率增至9.7%，且市场渗透率以每年3-4%的速度在增长（数据来源：世纪证券：拓展医疗影像领域打开成长空间）。根据灼识咨询数据显示，2020年我国口腔医疗机构总数接近10万家，口腔CBCT渗透率15.6%，目前国内存量口腔CBCT装机量近10,000台。从全球市场来看，随着全球人口老龄化趋势加快，口腔美容修复需求提升以及口腔诊所行业的快速扩张，口腔CBCT市场规模高速增长，市场空间巨大。口内摄影系统属于静态设备，主要用于口腔局部X线摄影（如1-4颗牙齿的拍摄），目前口腔医疗机构使用的设备主要包括以口内CMOS或CCD探测器为核心部件的数字化口内摄影系统和以CR影像板为核心部件的半数字化摄影设备。在公司口内CMOS探测器产品推出之前，数字化口内摄影系统价格远高于半数字化设备，导致口内CMOS探测器市场需求以及渗透率较低。公司产品推出后，主动对口内CMOS探测器采取了有市场竞争力的定价策略，降低口内摄影系统数字化升级的成本，数字化口内摄影系统对半数字化口内摄影设备的替代趋势已逐步显现。目前，仅中国、日本、美国、欧盟等国家和地区的口腔医疗机构设备进行更加大以及鼓励社会医压唤醒下民营医院数量的快速提升，CT作为必备设备将会迎来较大的发展机会。2019年中国CT市场规模达到约117.6亿元，2020年在新冠疫情带来的强烈需求驱动下，中国CT市场规模达到约172.7亿元，预计2030年将达到290.5亿元，年复合增长率为5.3%。

根据灼识咨询数据显示，2020年我国医用CT系统新增装机量超过7,000台，若按照中国市场规模占全球市场规模比例测算，2020年全球CT系统新增装机量预计在30,000-40,000台，市场空间广阔。

②安全检查CT系统

安全检查CT系统可广泛应用于机场、火车站、港口、海关以及其他涉及重要公共安全的场所，用以检查行人、行李和货物中是否携带动态爆炸物、毒品、枪支等物品。

传统的X射线安全检查设备（配置线阵LDA探测器）只能生成二维图像，当物品堆叠在一起时，会造成图像的遮挡。此时需要安全检查人员对其进行调整后重新过机检查。而安全检查CT系统可以生成行李、货物的三维图像、切片图像，同时可对图像进行360度旋转判图，从而准确识别物品，理论上不需要通过开包、重新过机检查就能解决物品叠放、遮挡等问题。目前，安全检查CT系统已在北京大兴机场、广州白云机场、深圳宝安机场、南京禄口机场等机场进行使用。美国运输安全管理局（TSA）也宣布采购近500台安全检查CT系统，在美国主要枢纽机场投入使用。安全检查CT系统不仅降低了民航一线安全检查人员的劳动强度，也极大地提高了旅客过检效率，改善了旅客的出行体验。

此外，2021年5月，中国民航局批准深圳机场开工建设航空箱CT安全检查项目，预计2022年将在国内首试航空箱CT安全检查系统。未来，中国民航局将通过该项目，全面评估航空箱CT机探测能力，开展技术符合性测试，探索建立航空箱CT安全检查系统的技术标准。

（3）整体评价

PD探测模组无论在医疗还是工业领域均具有广泛的应用，市场空间广阔。然而，目前国内对于PD探测模组主要结构（闪烁体、PD芯片、读出芯片）仍主要依赖于进口。通过本次募投项目的实施，发行人将开发具有自主知识产权的国产CT探测器、闪烁体材料产能，推动CT探测器和闪烁体材料国产化进程，并实现进口替代。

（二）探测器各技术路线应用领域、销售格局、客户类型，以及与发行人现有、IPO募投、本次募投产品对应关系

目前，全球数字化X线探测器各技术路线、应用领域、主要供应商、主要客户类型情况，以及发行人现有量产产品、IPO募投规划产品及本次募投规划产品覆盖及技术水平情况如下：

探测器类型	技术路线	应用领域	探测器主要供应商	主要客户类型	现有量产产品	IPO募投规划产品	本次募投规划产品	发行人技术水平
平板探测器	CMOS	普放、乳腺	发行人、Dalsa	医学影像设备厂商	×	×	√	国际领先
		外科手术和介入设备	发行人、万睿视、Dalsa、日本佳能	医学影像设备厂商	×	×	√	国内领先
		口内摄影系统	发行人、Vatech、Carestream、日本浜松	医学影像设备厂商、渠道代理商	√	√	√	国际领先
		口腔CBCT	发行人、万睿视、Dalsa、Rayence	口腔影像设备厂商	√	×	√	国际领先
		工业	发行人、万睿视、Dalsa、Rayence	工业检测设备厂商、工业企业	√	√	√	国际领先
	IGZO	外科手术和介入设备	发行人	医学影像设备厂商	√	√	×	国际领先
		口腔CBCT	发行人、Vieworks	口腔影像设备厂商	√	√	×	国际领先
	非晶硅	普放、乳腺	发行人、万睿视、Trixell、日本佳能、康众医疗	医学影像设备厂商	√	√	×	国际领先
		外科手术和介入设备	发行人、万睿视、Trixell	医学影像设备厂商	√	√	×	国际领先
		兽用	发行人、万睿视、日本佳能、Rayence	兽用影像设备厂商	√	√	×	国际领先
		工业	发行人、万睿视	工业检测设备厂商、工业企业	√	√	×	国际领先
	柔性	普放	发行人、锐珂医疗、富士	医学影像设备厂商	√	√	×	国际领先
		兽用	发行人	兽用影像设备厂商	√	√	×	国际领先
		工业	发行人、DRTECH	工业检测设备厂商	√	√	×	国际领先
PD探测模组	线阵LDA探测器	安全检查、车检设备	发行人、日本浜松、DT	工业检测设备厂商	√	√	包含LDA探测器所需核心技术产能建设	国际领先
	面阵CT探测模组	CT系统	DT、日本浜松	医用CT系统厂商、工业CT系统厂商	×	×	√	准直器（ASG）、闪烁体基体、PD芯片成开发，CT探测器整机正在开发中，预计2022年下半年完成样机

（三）发行人探测器各技术路线收入分类情况

报告期内，发行人探测器相关收入按照不同技术路线分类，具体情况如下：

单位：万元

探测器类型	技术路线	2022年1-3月		2021年		2020年		2019年	
		金额	占营业收入比例	金额	占营业收入比例	金额	占营业收入比例	金额	占营业收入比例
平板探测器	CMOS	4,566.46	13.98%	13,472.70	11.35%	2,965.34	3.78%	93.71	0.17%
	IGZO	4,649.66	14.23%	11,057.19	9.31%	1,308.72	1.67%	106.00	0.19%
	非晶硅	21,326.67	65.27%	87,313.80	73.54%	69,703.97	88.90%	51,788.22	94.83%
	柔性	228.30	0.70%	757.57	0.64%	10.62	0.01%	–	–
小计		30,771.09	94.17%	112,601.16	94.83%	73,988.66	94.36%	51,987.93	95.20%
PD探测模组	线阵LDA探测器	117.79	0.36%	669.23	0.56%	366.51	0.47%	72.67	0.13%
	面阵CT探测模组	–	–	–	–	–	–	–	–
小计		117.79	0.36%	669.23	0.56%	366.51	0.47%	72.67	0.13%
合计		30,888.88	94.53%	113,270.39	95.40%	74,355.17	94.83%	52,060.60	95.33%

注：报告期内发行人线阵LDA探测器收入金额较小，分类在其他业务收入。

二、公司自研与外购闪烁体性能、制备工艺对比情况，对探测器产品质量、良率等的影响

（一）闪烁体材料基本情况

本次募投项目规划的闪烁体材料主要包括碘化铯晶体（CsI）、钨酸镉晶体（CWO）和硫氧化钆陶瓷（GOS）。其中，碘化铯晶体（CsI）、钨酸镉晶体（CWO）主要应用于线阵LDA探测器，硫氧化钆陶瓷（GOS）主要应用于螺旋CT探测器。上述闪烁体材料基本情况如下：

名称	特点	应用领域	市场供给
碘化铯晶体（CsI）	高出光量、易于加工、成本低	工业、安全检查及宇宙探测等领域	主要被日本浜松、法国圣戈班等所垄断，国内厂家仍处中低端产品
钨酸镉晶体（CWO）	低余辉、良好的稳定性、短辐照长度、高密度、高抗辐照损伤	安全检查、集装箱检查、高能物理等领域，特别是高能车辆、集装箱及工业检测领域	主要被日本浜松、法国圣戈班等所垄断，国内暂无量产厂家
硫氧化钆陶瓷（GOS）	高出光量、低余辉、抗辐射性能优异、良好的一致性	医用CT、工业CT、X线的货物检测器及工业探测等领域	主要被日本日立、日本东芝等所垄断，国内暂无量产厂家

（二）性能对比情况

发行人目研与竞争对手闪烁体晶体的关键指标对比情况如下：

项目	关键指标	发行人	国外竞品
碘化铯晶体（CsI）	光输出（相对NaI（Tl））	40-50%	45%
	衰减时间（ns）	1000	1000
	余辉	3%@6ms<1%@100ms	0.5-5%@6ms
	发光主峰（nm）	560	550
	折射率（@λmax）	1.8	1.8
项目	关键指标	发行人	国外竞品
钨酸镉晶体（CWO）	光输出（相对NaI（Tl））	30-50%	30-50%
	衰减时间（ns）	14,000	14,000
	余辉	<0.01@3ms	<0.1@3ms
	发光主峰（nm）	480	475
	折射率（@λmax）	2.3	–
项目	关键指标	发行人	国外竞品
硫氧化钆陶瓷（GOS）	光输出（相对NaI（Tl））	30-50%	40-50%
	衰减时间（ns）	3	3
	余辉	<0.03@3ms<0.01%@50ms	<0.03@3ms<0.002%@50ms
	发光主峰（nm）	510	512

注1：发行人指标数据来源于自测，国外竞品相关数据来源于其官方产品介绍；

注2：关键指标中，光输出越高、衰减时间越短、余辉越小、折射率越高，代表产品性能越好；发光主峰越长，与光电二极管（PD）响应波长匹配性越好。

注3：碘化铯晶体（CsI）指标对比，选取的竞品为友商在国内市场主流标准产品。

注4：钨酸镉晶体（CWO）指标对比，选取的竞品为友商官网唯一产品。

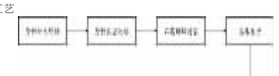
注5：硫氧化钆陶瓷（GOS）指标对比，选取的竞品为医疗及工业用X光CT探测器通用产品。

从上表可以看出，发行人自研闪烁体材料的关键指标已达到或接近同行业主要竞争对手竞品的水平。具体而言，碘化铯晶体（CsI）、钨酸镉晶体（CWO）已能满足LDA探测器性能需求，硫氧化钆陶瓷（GOS）已能满足安全检查CT系统性能需求，接近医用CT系统性能需求。

（三）制备工艺对比情况

1、发行人闪烁体制备工艺

（1）碘化铯晶体（CsI）制备工艺



（2）钨酸镉晶体（CWO）制备工艺

（3）硫氧化钆陶瓷（GOS）制备工艺

2.制备工艺对比

闪烁体材料的制备的核心是晶体生长工艺。目前，市场主流的闪烁晶体制造商采用的工艺方法大致相同，例如碘化铯晶体和钨酸镉晶体采用坩埚下降法，硫氧化钆陶瓷采用热压法烧结和热等静压烧结工艺。但即使是同一种生产工艺，不同制造商会根据自身研发和生产实践经验，有一些个性化、针对性的改进或调整（比如根据原料配方在晶体生长过程中控制不同的温度、压强、高低真空、惰性气氛保护等），形成各自生产专有技术。这些专有技术为各制造商商业秘密，对闪烁晶体的光输出、衰减时间、余辉、折射率等性能指标存在一定影响。

除上述外，可能导致闪烁晶体性能、稳定性等差异的主要因素还包括：（1）原料配方，闪烁体晶体生产原料除闪烁体粉末外，还需要掺加诸如稀土氧化物等配料，原料配方及比例对闪烁体晶体性能存在一定影响。（2）定制化设备差异，目前市场上没有统一标准的晶体生长炉，均为各制造商结合生产工艺、经验、技术自主设计和定制，使用不同的设备对闪烁晶体性能存在一定影响。

（四）闪烁体材料对探测器产品质量、良率等的影响

1.闪烁体性能对探测器产品性能具有一定影响

闪烁体是探测器主要结构之一，闪烁体制备和探测器生产相互独立，探测器生产过程中会选用已合格质检的闪烁体材料，闪烁体材料对探测器产品的质量、良率影响较小。但是选用不同的闪烁体性能对探测器产品性能具有一定影响，具体如下：

对于X线影像设备，探测器是成像系统的核心，而闪烁体材料是探测器的“眼睛”，探测器的核心功能就是将穿过被检对象的X线转化为可见光或者数字信号，最终输出为数字图像，用于医疗诊疗及检查检测。探测器探测精度、图像清晰度、探测效率等都与闪烁体材料密切相关。而闪烁体材料通常按照光电转换器件的变化而定制设计，目主掌握闪烁体材料的研发与生产，可以有效促进探测器多元化应用设计开发。目主研发与生产的闪烁体材料可以与后端探测器应用形成良性互动，以图像需求来对闪烁体进行分级、筛选、反馈，可以充分提升闪烁体的性能指标，最大化满足探测器的技术升级需求。

2.发行人自研闪烁体材料性能优异，具备较强的市场基础和客户基础

目前，国内高性能的闪烁体大都被外资企业垄断，价格高、交期长，存在被“卡脖子”的风险，而国内其他厂家提供的闪烁体材料品质与性能参差不齐，难以满足探测器对性能和稳定性的要求。而公司自研闪烁体材料的关键指标已达到或接近国际领先水平，同时产品稳定性、可靠性也已达到送样客户要求，部分客户通过样品测试后已开始下单采购。具体情况如下：

公司自研的碘化铯晶体（CsI）、钨酸镉晶体（CWO）已能满足线阵LDA探测器性能需求，目前已供公司自主研发的线阵LDA探测器生产使用。与此同时，部分客户完成样品测试后已于近期开始下单采购。

公司自研的硫氧化钆陶瓷（GOS）已能满足安全检查CT系统性能需求，接近医用CT系统性能需求，公司已向部分客户送样。部分客户完成样品测试后已于近期开始下单批量采购。

综上所述，公司自研的闪烁体材料关键指标达到或接近国际领先水平，产品稳定性、可靠性达到客户要求，有利于加速实现国内闪烁体材料的进口替代，具有良好的市场基础和客户基础。此外，公司规划布局闪烁体材料的研发与生产，打通探测器产业链，有助于提升探测器的整体性能指标和质量控制水平。

三、结合目前相关产品占比较低或尚未量产的原因，报告期内相关的研发项目及投入，形成的知识产权等，说明本次募投项目所需相关核心技术与工艺的准备情况，募投项目实施是否存在重大不确定性

（一）目前相关产品占比较低或尚未量产的原因

本次募投项目规划产品为CMOS探测器、CT探测器和闪烁体材料。上述产品目前占比较低或尚未量产的主要原因如下：

数字化X线探测器技术最早起源于欧美发达国家和地区，全球探测器巨头如万睿视、Trixell等，皆具备深厚的研发经验、技术基础和资金优势。而公司成立于2011年，成立后首先对非晶硅探测器进行研发，成功研制出国产非晶硅平板探测器，打破国外厂商对非晶硅平板探测器的技术垄断。此后，公司在2016年北美放射年会上成功展出了IGZO探测器，并于2018年正式发布。2019年，公司进一步推出柔性系列产品。

与非晶硅、IGZO和柔性探测器相比，CMOS探测器、CT探测器和闪烁体材料具备更高的技术含量和技术难度。因此，公司在充分了解数字化X线探测器市场，同时具备一定探测器研发、量产经验的基础上，开始对相关产品进行研发。2017年，公司开始陆续自动CMOS探测器、CT探测器和闪烁体材料的研发工作，并于2020年开始取得一系列成果。

相较于国际巨头，公司设立时间短，对相关产品研发起步较晚，因此相关产品目前占比较低或尚未量产，具有合理性。但公司整体研发效率较高，目前已掌握相关产品核心技术，相关产品均已取得阶段性成果。2019年至2021年，公司CMOS探测器销售收入由93.71万元增长至13,472.70万元，收入占比已超过10%，且保持高速增长。

（二）报告期内相关的研发项目及投入、形成的知识产权等

报告期内，发行人与本次募投项目规划产品相关的研发项目及投入情况如下：

产品名称	研发投入（万元）				
	2022年1-3月	2021年	2020年	2019年	合计
CMOS探测器	1,208.32	2,829.09	2,347.93	746.07	7,131.41
CT探测器	639.05	1,139.88	833.02	197.59	2,809.54
闪烁体材料	266.58	815.02	518.43	658.62	2,258.65
合计	2,113.95	4,783.99	3,699.38	1,602.28	12,199.60

发行人形成的与本次募投项目规划产品相关的知识产权情况如下：

类型	名称	编号	状态
专利	一种提高边缘通道响应的X光探测器	ZL202020786290.8	授权
	一种闪烁体批量化测量装置	ZL202020625637.0	授权
	量化选取滤光片及闪烁体厚度的方法	ZL201910774455.1	授权
	一种X射线平板探测器及其制备方法	ZL201811454893.1	授权
	柔性X线探测器模块及基于其的探测器及探测设备	ZL201810129515.X	授权
	平板探测器及其晚影数据表的生成方法、晚影补偿校正方法	ZL201711386079.6	授权
	一种基于透射可见光的曝光控制系统及方法	ZL201511003634.3	授权
	闪烁体封装结构	ZL201110136312.1	授权
	一种工业CT实验装置	CN202210073234.3	公布
	一种CT扫描仪的机架稳定性评价方法和装置	CN202111546601.9	实质审查
	口内无线探测器及探测方法	CN202111448046.6	实质审查
	一种X射线管焦点尺寸的测量装置及测量方法	CN202110692234.7	实质审查
	基于CMOS IC的探测器阵列和TDI-CMOS线阵探测器的叠层结构	CN202010250890.7	实质审查
	随机噪点校正方法	CN202010085753.2	实质审查
	放射线图像探测器	CN202010072678.6	实质审查
	双能辐射平板探测器、制备方法及探测系统	CN202011611657.3	实质审查
	间接型平板探测器及其制备方法	CN202011609243.7	实质审查
	用于单源多能成像系统的三能级线阵探测器	CN202010871238.7	实质审查
	X射线探测器及其制备方法	CN202010819065.4	实质审查
	X射线平板探测器及制备方法	CN201911357250.X	实质审查
集成电路布线图	CMOS图像传感器（TDI512）	225000970	发证
	CMOS图像传感器（TDI256）	225000962	在审
	CMOS图像传感器（Pluto0000）	225000946	在审
	CMOS图像传感器（SYY121）	225000989	在审
	CMOS图像传感器（TDI128）	–	在审

（三）本次募投项目所需相关核心技术与工艺的准备情况

目前，发行人已具备的与本次募投项目规划产品所需相关核心技术与工艺情况如下：

产品名称	核心技术/工艺名称	技术类别	技术/工艺特点
CMOS探测器	非拼接CMOS探测器技术	传感器通用技术	具有有源像素内自信号可放大（APS）、集成自动曝光探测（AED）、集成片上ADC等特点，其中AED技术可以减少曝光剂量，降低患者辐射；其外形尺寸比拼接方案更小巧。公司具备独立开发CMOS图像传感器芯片能力，已经成功流片并实现量产和销售，相比其他采购进口CMOS芯片的企业，具有更好的成本优势和底层创新能力。
	TDI技术	传感器通用技术	TDI技术通过对运动目标多视域进行分大幅度提高了信噪比，通过面积拼同可显著提高扫描效率或者降低制线原功率。根据不同皮带速度和密度对比度需求可采用不同TDI级数，灵活实现128级、256级、512级、1024级等，相比市面所探测器更适合此类场合的勾速运动节拍；相比传统CCD TDI传感器具有更高动态范围、极低噪声和成本优势。
	基于BSI的CMOS技术	传感器通用技术	BSI通过在wafer背面布置光电二极管，避免了技术在线和读取晶体管对于感光面积的挤压，得到了更高的灵敏度和更低的串扰。对于提高成像质量、降低X光剂量有巨大作用。
	Bumping封装技术	传感器通用技术	Bumping封装技术通过重布线和在芯片表面制作金属凸块作为芯片和基板连接触点，提高引脚密度，大幅度缩小芯片封装面积；并支持晶圆级测试；并支持晶圆级封装的基础工艺方案。采用该封装方案，可使得大面积BSI探测器具备更优良性能。
	大面积拼接CMOS探测器技术	普放、乳腺、介入等大面积探测器通用技术	受限于光刻机单次曝光面积26x33mm，大尺寸CMOS探测器感光面积（如120x150mm），需要通过特殊的曝层设计和曝光拼接工艺，将多个设计单元（block）进行曝光拼接，此外受限于面阵尺寸（8寸、12寸），更大尺寸的探测器（如10*12英寸或12*16英寸等），需要对多个切割后的die（裸片）做物理三边拼接，拼接精精度需要精准控制在1像素，±nm平整度在5um内。该技术需要极高的切割精度、拼接精度和平整度，具有良好的稳定性。
	轻薄化模组封装技术	普放应用专用技术	强化拼接型大面积CMOS模组的支撑强度同时减少模组的厚度满足普放应用中对探测器厚度的限制并满足移动应用中便携市的要求。
	窄边封装技术	乳腺应用专用技术	通过精确切割及多种基底的窄边闪烁体生长技术，结合高性能闪烁体封装形成极小盲区的窄边探测器。
	高帧率动态CMOS技术	C-Arm应用专用技术	利用CMOS探测器低噪声低残影优势集成高速高精度采样及模数转换电路实现高帧率CMOS传感器，结合高速数据处理及传输技术满足各类高帧率动像应用。
	高可靠性超薄闪烁体封装技术	口内应用专用技术	探测器厚度及长宽尺寸对口内探测器的应用体验有显著影响，通过优化的超薄闪烁体耦合封装技术在保持高灵敏度、高分辨率的优异图像性能同时实现极紧凑轻薄的探测器产品，提高口内应用的舒适度。
	动态噪声抑制技术	口腔CBCT应用专用技术	通过对随机噪点等噪声进行动态抑制提高图像信噪比和稳定性，优化重建图像质量。
	辐射加固技术	工业应用专用技术	通过器件设计和结构设计提高CMOS探测器辐射耐受性能满足工业应用的辐射寿命要求。
	高线宽CT探测器传感器技术	CT探测器通用技术	通过先进的器件设计和工艺实现多面可拼接的高线宽CT探测器传感器阵列；结合公司目主高性能闪烁体生长和封装工艺，可提供更具性能优势和成本优势的CT探测器模组方案
	高性能ASIC技术	CT探测器通用技术	结合高精度钨合金3D打印技术，可根据不同产品和应用需要定制和组装生产各类一维、二维ASIC，相比传统产品具有更高的灵活性、可以更灵活实现不同规格ASIC的定制加工，提高CT整机性能，并大幅度降低ASIC的生产和组装难度。
	高精模拟拼接技术	CT探测器通用技术	通过模拟定位结构的精密加工方式，实现不同规格、不同曲率的探测器模组的拼接和安装，提高产品整体性能。
	基于BSI的PD技术	CT探测器通用技术	通过对器件结构和工艺流程的优化，并且采用特殊的工艺手段，使得光电二极管的暗电流和噪声大幅降低，并具有极低的暗电流和噪声，以及较高的发光谱响应。适用于CT中的低噪声探测器，并具备四面可拼接的封装能力，实现高精度大面积探测器。
	高速数据采集传输技术	CT探测器通用技术	根据成像模式要求对CT探测器各成像模组进行信号采集电路版动，并同时采集各单元模组的光电转换信号并完成向上位机传输，满足高精密、高分辨率CT成像需求。
	高性能探测器数据处理技术	CT探测器通用技术	根据CT探测器物理特性及系统参数模型，对CT探测器采集数据进行校正等快速处理等计算，提高探测器成像质量。
	CT探测器低噪声技术	CT探测器通用技术	采用先进的信号扇出技术及器件封装工艺、低噪声信号读出芯片及高抗扰度电子学设计等优化设计有效抑制噪声和外围干扰使得CT探测器获得优异的X光信号采集性能。
	高分辨率四面拼接模组技术	医用CT探测器专用技术	通过精密切割、精合封装及配准安装工艺将ASIC与闪烁体、图像传感器整列及读出电路等精确安装，实现模组四边均可拼接扩展的探测器模块。
	双能/多能探测器技术	工业CT探测器专用技术	针对不同应用需求设计不同排布和堆叠方式及闪烁体通过组合实现高能量分离度及高信噪比双能/多能探测器方案。
闪烁体材料	硫氧化钆闪烁体陶瓷工艺	硫氧化钆（GOS）专用技术	通过精确调控闪烁体成分实现满足CT成像需求的低余辉高光输出和高稳定性的闪烁体陶瓷，并结合先进封装技术实现与CT传感器阵列高度匹配的闪烁体陶瓷阵列，可以根据不同传感器需求进行定制。
	碘化铯闪烁体晶体生长工艺	碘化铯（CsI）专用技术	通过直径50mm以上大尺寸多工位晶体生长炉自主设计、配方设计，实现大尺寸、低余辉、高质量的碘化铯单晶材料的生长。通过碘化铯原材料的提纯碘环再利用技术，大幅提高材料的利用率，减低晶体材料成本，加强了产品的市场竞争力。
	钨酸镉闪烁体晶体生长工艺	钨酸镉（CWO）专用技术	通过直径50mm以上大尺寸多工位晶体生长炉自主设计及温场调试，通过定向籽晶的筛选与定向生长，通过原材料配方设计与合成工艺的关键技术控制，实现大尺寸高品质定整钨酸镉单晶的制备，所获得的单晶体，颜色浅、单晶率高、光输出及余辉指标优秀。

（四）募投项目实施是否存在重大不确定性

本次募投项目规划的产品主要包括CMOS探测器、CT探测器和闪烁体材料。本次募投项目实施不存在重大不确定性，具体分析如下：

1、CMOS探测器

本次募投项目规划的CMOS探测器主要应用于普放&乳腺、外科手术和介入设备、口内摄影系统、口腔CBCT、工业等领域。目前公司已完成CMOS传感器通用技术以及不同应用领域的专用技术开发。其中，应用于口内摄影系统、口腔CBCT的CMOS探测器已实现量产销售，应用于普放&乳腺、外科手术和介入设备、工业等领域的CMOS探测器已完成样机开发，并开始向国内外知名客户送样测试和整机注册，项目实施不存在重大不确定性。

2、CT探测器

CT探测器主要由准直器（ASG）、闪烁体、光电二极管（PD）、读出芯片等四大核心部件构成，目前公司已完成准直器（ASG）、闪烁体、光电二极管（PD）等核心部件开发，结合定制的读出芯片，预计在2022年下半年完成CT探测器整机集成。目前，CT探测器整机集成技术较为成熟，国内主流CT制造商均已具备。从核心部件到整机集成，主要的技术瓶颈在于：

（1）电子噪声水平要求高

由于CT系统的三维重建算法的特殊性，与平板探测器相比，CT探测器精度要求更高。平板探测器一般使用16 bit ADC（数模转化器），而CT探测器一般需要24 bit以上ADC（数模转换器）。高精度即对电子电路的噪声水平提出了更高的要求。公司具备超过十年的电子电路设计经验，目前设计的CT探测器电路板电子噪声水平已达到CT探测器要求。

（2）探测器模块性能要求高

CT探测器主要由准直器（ASG）、闪烁体、PD和读出芯片构成，各核心部件的像素一致性要求高，使得其技术难度增加。①机械加工的偏差以及核心部件间的对位