

ABSTRACT

This thesis concerns the development and characterisation of X-ray imaging systems based on single photon processing. "Colour" X-ray imaging opens up new perspectives within the fields of medical X-ray diagnosis and also in industrial X-ray quality control. The difference in absorption for different "colours" can be used to discern materials in the object. For instance, this information might be used to identify diseases such as brittle-bone disease. The "colour" of the X-rays can be identified if the detector system can process each X-ray photon individually. Such a detector system is called a "single photon processing" system or, less precise, a "photon counting system".

With modern technology it is possible to construct photon counting detector systems that can resolve details to a level of approximately 50 μm . However with such small pixels a problem will occur. In a semiconductor detector each absorbed X-ray photon creates a cloud of charge which contributes to the image. For high photon energies the size of the charge cloud is comparable to 50 μm and might be distributed between several pixels in the image. Charge sharing is a key problem since, not only is the resolution degenerated, but it also destroys the "colour" information in the image.

This thesis presents characterisation and simulations to provide a detailed understanding of the physical processes concerning charge sharing in detectors from the MEDIPIX collaboration. Charge summing schemes utilising pixel to pixel communications are proposed. Charge sharing can also be suppressed by introducing 3D-detector structures. In the next generation of the MEDIPIX system, Medipix3, charge summing will be implemented. This system, equipped with a 3D-silicon detector, or a thin planar high-Z detector of good quality, has the potential to become a commercial product for medical imaging. This would be beneficial to the public health within the entire European Union.

SAMMANDRAG

Denna avhandling berör utveckling och karaktärisering av fotonräknande röntgensystem. "Färgröntgen" öppnar nya perspektiv för medicinsk röntgendiagnostik och även för materialröntgen inom industrin. Skillnaden i absorption av olika "färger" kan användas för att särskilja olika material i ett objekt. Färginformationen kan till exempel användas i sjukvården för att identifiera benskörhet. Färgen på röntgenfotonen kan identifieras om detektorsystemet kan detektera varje foton individuellt. Sådana detektorsystem kallas "fotonräknande" system.

Med modern teknik är det möjligt att konstruera fotonräknande detektorsystem som kan urskilja detaljer ner till en upplösning på cirka 50 μm . Med så små pixlar kommer ett problem att uppstå. I en halvledardetektor ger varje absorberad foton upphov till ett laddningsmoln som bidrar till den erhållna bilden. För höga fotonenergies är storleken på laddningsmolnet jämförbar med 50 μm och molnet kan därför fördelas över flera pixlar i bilden. Laddningsdelning är ett centralt problem delvis på grund av att bildens upplösning försämras, men framför allt för att färginformationen i bilden förstörs.

Denna avhandling presenterar karaktärisering och simulering för att ge en mer detaljerad förståelse för fysikaliska processer som bidrar till laddningsdelning i detektorer från MEDIPIX-projekter. Designstrategier för summering av laddning genom kommunikation från pixel till pixel föreslås. Laddningsdelning kan också begränsas genom att introducera detektorkonstruktioner i 3D-struktur. I nästa generation av MEDIPIX-systemet, Medipix3, kommer summering av laddning att vara implementerat. Detta system, utrustat med en 3D-detektor i kisel, eller en tunn plan detektor av högabsorberande material med god kvalitet, har potentialen att kunna kommersialiseras för medicinska röntgensystem. Detta skulle bidra till bättre folkhälsa inom hela Europeiska Unionen.