

/case

Zoektocht naar het beste beeld

>>de Falcon elektronendetectiecamera

Biologische materialen zijn lastig te onderzoeken in een elektronenmicroscop. Het materiaal heeft van nature weinig contrast en kan onder invloed van elektronen degraderen. Met een nieuw type sensor kan een lagere dosis gebruikt worden waardoor meer informatie verkregen kan worden voordat het monster gedegrademd is. Technolution heeft op basis van deze sensor een camera ontwikkeld voor microscoopbouwer FEI.

FEI is wereldleider in de fabricage van high-end elektronen-microscopen. Met zogenaamde transmissie elektronenmicroscopen (TEM) kunnen details van minder dan een Ångstrom (10-10 m) worden onderscheiden. Gebruikers van deze microscopen zijn te vinden in de elektronica-industrie, in de biomedische wereld, bij materiaalonderzoek en in een brede range aan onderzoeks-instituten.

In een TEM gaan de elektronen door het preparaat heen, zoals het licht in een gewone (licht) microscoop of diaprojector. Elektromagnetische lenzen vergroten de bundel en beelden het preparaat af op een camera, die de beelden naar een pc stuurt. Biologische materialen hebben weinig contrast in een TEM en vallen snel uit elkaar door de elektronenstraling. Voor biologisch onderzoek is een lage dosis elektronen wenselijk, maar met een conventionele camera gaat dat gepaard met een slechte signaal-ruisverhouding en een lage resolutie. Daarom heeft FEI voor deze toepassing een gevoeliger CMOS-sensor laten ontwikkelen voor de directe detectie van elektronen.

Van sensor naar directe detectie

In conventionele camera's voor TEM worden de elektronen met een scintillator omgezet in licht, dat vervolgens wordt geregistreerd door de sensor. Dit conversieproces is nodig om de sensor te beschermen tegen de elektronen, maar gaat gepaard met een verlies van efficiëntie en resolutie. De nieuwe sensor is speciaal ontworpen om bestand te zijn tegen de invloed van directe belichting met elektronen en is daardoor veel gevoeliger. Het resultaat is dat vergeleken met een gewone sensor bij een gelijke dosis

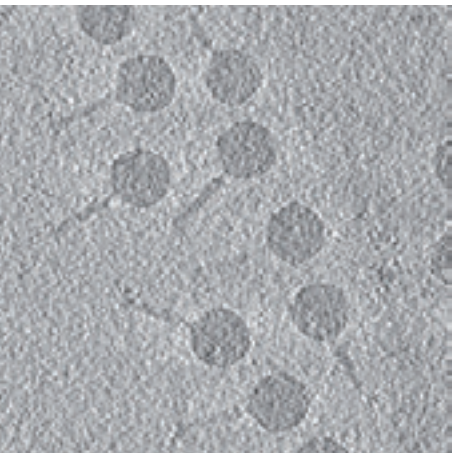
drie keer zoveel beelden kunnen worden opgenomen met dezelfde kwaliteit. Daarnaast is voor een enkel beeld maar een derde van de dosis nodig.

Van sensor naar camera

Een sensor is nog geen camera. De essentie om van een sensor een camera te maken is signaalbewerking. Maar er moet natuurlijk ook een behuizing omheen. De sensor is een forse siliciumchip van 16 megapixels. De chip komt op een print en dit geheel moet in de bestaande sensorkamer van de TEM passen. De beschikbare fysieke ruimte voor elektronica is daardoor zeer beperkt. Door de sensor direct op de print te wirebonden is deze ruimte efficiënt benut. Tevens stelt het hoog vacuüm in de sensorkamer voorwaarden aan het printplaatontwerp en het gebruikte materiaal om vervuiling van het vacuüm tegen te gaan. Verder moet het mogelijk zijn de sensor terug te trekken uit de sensorkamer om zo ruimte te maken voor een tweede camera; dit vereist speciale flexibele printplaattechnieken. Natuurlijk worden er ook hoge eisen gesteld aan de signaaloverdracht van de sensor output. Om aan deze eisen te voldoen is gebruik gemaakt van simulaties en field solvingtechnieken, waarbij het gedrag van het analoge signaalpad goed geanalyseerd en geoptimaliseerd is.

Vacuüm & koeling

Zoals eerder gezegd werkt een elektronenmicroscop in hoog vacuüm, dit brengt extra technische uitdagingen met zich mee. De elektronenmicroscop werkt in hoog vacuüm om verstrooiing van de elektronenbundel te voorkomen. De sensor bevindt zich ook in het vacuüm, waar de mogelijkheden voor koeling beperkt zijn.



Koeling is nodig voor een betere signaal-ruisverhouding. De sensor wordt met een Peltier-element gekoeld en de warmte wordt afgevoerd via waterkoeling.

Vanwege de beperkte koeling en ruimte wordt de benodigde elektronica zoveel mogelijk buiten het vacuüm gehouden. Op een vacuüm compatible print wordt de camera uitgelezen. De ruwe beelddata wordt direct door de vacuümbehuizing gevoerd, gedigitaliseerd en via een 10Gb-glasvezellink weggeleid van de camera. De link gaat naar een externe processingunit, waar de beeldbewerking plaatsvindt.

Beeldbewerking

Elke pixel wordt apart gekalibreerd voor offset en gain. Op zo'n grote chip (4K bij 4K, dus 16 megapixels) heb je grote kans op defecte pixels. Ook dat kan de software compenseren.

Aansturing van de algoritmes gebeurt op commando van de TEM-software die op de pc van de operator draait. Uiteindelijk beslist de operator welke knoppen hij aan of uit zet. Door de grote hoeveelheid aan pixeldata is het niet mogelijk om deze algoritmes met een standaard pc uit te voeren. Deze algoritmes worden daarom uitgevoerd in een aparte processingunit. De processingunit verkleint daarmee de 10Gb-datastroom, zodat de beeldinformatie behapbaar wordt voor de pc. De processingunit hangt met een standaard 1Gb-

ethernet verbinding aan de pc van FEI. Op deze pc draait een softwaremodule die communiceert met de processingunit enerzijds en de pc-software van FEI anderzijds.

Nieuwe ervaringen

Voor Technolution was het een nieuwe ervaring om fundamenteel en in een vroeg stadium van de productontwikkeling naar fysica en technologieën te kijken; om niet alleen te kijken naar hoe de sensor werkt, maar ook naar de hele TEM daaromheen. Hoe onderdelen en verschijnselen als elektronenstraling, röntgenstraling, vacuüm en trillingen elkaar beïnvloeden. Hoe haal je in die omgeving het beste uit je ontwerp?

Die complexe vragen, op de rand van wat mogelijk is, maken het project extra interessant. Voor de ontwikkeling en productie van de mechanica (de fysieke camerabehuizing) werkt Technolution samen met Demcon. Technolution is de penvoerder in het project en ontwikkelt de elektronica, software en programmeerbare logica. Hierbij wordt gelijk een life cycle management-plan meegenomen, zodat de nieuwe camera de komende jaren goed onderhouden kan worden.

Voor FEI is het totaalplaatje belangrijk, daarom heeft zij intensief contact met haar klanten om continu op de hoogte te zijn van hun wensen en behoeften. Om de klanten nog beter te bedienen, heeft FEI een sterke nieuwe troef in handen met de Falcon elektronendetectorcamera.

