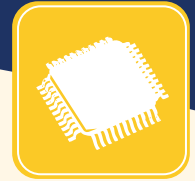


X-RAY OPTICS

NOVEL X-RAY OPTICS TECHNOLOGIES FOR ESA X-RAY ASTROPHYSICS MISSIONS



Rigaku

Rigaku Innovative Technologies Europe s.r.o.
Novodvorská 994
142 21 Praha 4
www.rigaku.com

Project duration: 2007 to 2011
Project manager: Ladislav Pína
ladislav.pina@rigaku.com

Rigaku Innovative Technologies Europe s.r.o. (RITE) was established in May 2008 and it is the third R&D affiliated branch of the home company Rigaku Corporation in Tokyo. RITE provides communication with the European market and supports Japanese and American branches of the company.

RITE offers comprehensive services in the field of X-ray radiation – R&D, proposal, design and manufacture of precision X-ray and EUV optics and EUV and X-ray detectors for industrial and scientific applications.

Key employees of the company have rich and long-term experience in the field of X-ray technologies. They developed many new and innovative methods for preparation of X-ray Optics (e.g. Multi Foil and replicated Optics, or Soller Slits) and imaging detectors of X-ray radiation.

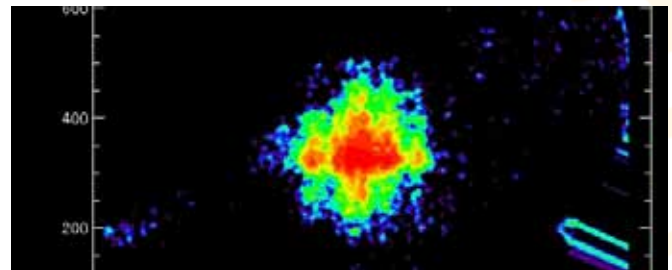
The main objective of the project was to modify the technology for the preparation of special optical modules (type Multi Foil Optics) for ESA X-ray astrophysics missions. The company proposed and verified innovative technologies for preparation of optical modules with silicon substrates.

Mechanical properties of standard silicon wafers supplied by semiconductor industry (ON Semiconductor) were also studied in frame of this project.

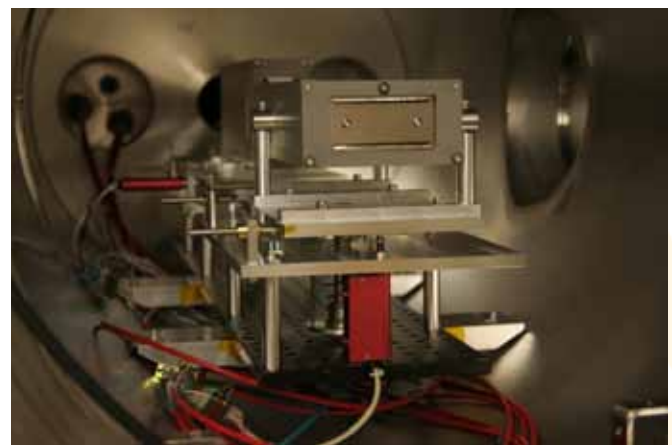
In addition, the surface quality of standard silicon wafers was studied, in particular flatness and roughness of surface, because these parameters are extremely critical for use of Si wafers as substrates for X-ray optics. Standard Si wafer is round, but for considered application it was necessary to prepare square substrates (Si chips). Cutting technology of Si wafers was of the key importance for the whole project, because Si chips should have no defects. Suitable cutting technology enabling preparation of chips with minimal marginal defects and maintaining low surface micro-roughness was found and experimentally verified.

Theoretical studies and practical experiments have shown that the technology used for laboratory modules still don't have sufficient accuracy and therefore it was necessary to modify the existing technology. Several optical modules with duralumin (aluminum alloy) skeleton were assembled and some modules were tested in the X-ray vacuum chamber. For example, elliptical modules with point

to point focusing, focal length 16 m and geometric arrangement of the type of Kirkpatrick-Baez (KB). First, each module was separately tested and on the basis of these results a system containing two crossed modules was assembled. Following good results of the optical tests one module was subjected to vibration tests (the conditions corresponding to a rocket launch). Tests confirmed that the developed innovative technology for module assembling enables its use for space experiments.



Focal image from two cross modules (horizontal x vertical arrangement).



KB optical system during tests in vacuum chamber.

What would you name as main benefits of the project to you and your company?

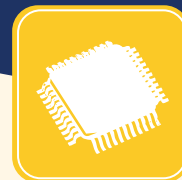


"This project allowed us to obtain a series of very important and valuable experience, partly in terms of management and coordination. During the project we had the opportunity to modify the existing technologies and experimentally verify proposed innovative approach to development of new X-ray optical modules. Obtained results of the project clearly demonstrated our competitiveness compared with work done by our colleagues in Japan and USA."

?

X-RAY OPTICS

INOVAČNÍ TECHNOLOGIE V RENTGENOVÉ OPTICE PRO ASTROFYZIKÁLNÍ MISE ESA



Rigaku

Rigaku Innovative Technologies Europe s.r.o.
Novodvorská 994
142 21 Praha 4
www.rigaku.com

Trvání projektu: 2007 až 2011
Vedoucí projektu: Ladislav Pína
ladislav.pina@rigaku.com

Společnost Rigaku Innovative Technologies Europe s.r.o. (RITE) byla založena v květnu roku 2008. RITE je evropskou pobočkou mateřské společnosti Rigaku Corporation (Tokio), zajišťuje komunikaci na evropském trhu a doplňuje japonské a americké pobočky této společnosti.

RITE poskytuje komplexní služby v oboru rentgenového záření – R&D, návrh, design a výroba přesné rentgenové a EUV optiky a rentgenových a EUV detektorů pro průmyslové a vědecké aplikace.

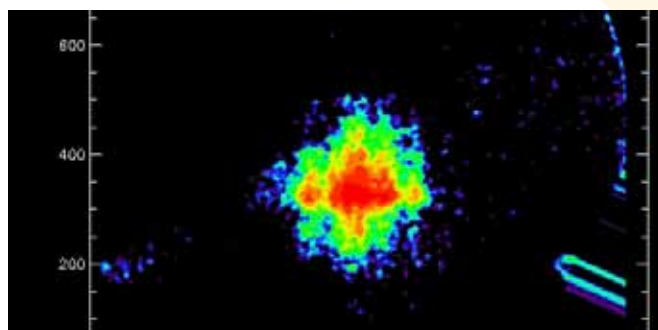
Klíčoví pracovníci společnosti mají bohaté a dlouholeté zkušenosti v oblasti rentgenových technologií. S jejich pomocí byla vyvinuta řada nových a inovačních postupů pro přípravu rentgenových optik (typu Multifóliová a replikovaná optika nebo Sollerovy clony) a zobrazujících detektorů rentgenového záření.

Hlavním cílem projektu bylo modifikovat technologii pro přípravu speciálních optických modulů (typu Multifóliová optika) pro rentgenové astronomické mise ESA. Společnost Rigaku Innovative Technologies Europe s.r.o. navrhla a ověřila inovovanou technologii pro přípravu optických modulů s křemíkovými substráty.

V rámci tohoto projektu byly studovány i mechanické vlastnosti standardních křemíkových desek dodávaných polovodičovým průmyslem (ON Semiconductor). Kromě toho byl projekt zaměřen na kvalitu povrchu standardních křemíkových desek, zejména rovinnost a drsnost povrchu, protože tyto parametry jsou zásadní pro použití Si desek jako substrátů pro rentgenovou optiku. Standardní Si deska je kulatá, ale pro naši aplikaci bylo nutné připravit čtvercové substráty (Si chipy). Technologie řezání Si desek, pomocí které lze připravit Si chipy bez okrajových defektů, byla pro řešení celého projektu klíčová. Podařilo se najít a experimentálně ověřit technologii řezání, která umožnila připravit Si chipy s minimálními okrajovými defekty a přitom zachovat mikrodrsnost povrchu.

Teoretické studie i praktické experimenty ukázaly, že technologie používané pro laboratorní moduly nemají dostatečnou přesnost, a proto bylo nutné stávající technologii modifikovat. Bylo sestaveno několik optických modulů s duralovým skeletem a vybrané moduly byly otestovány v rentgenové vakuové komoře. Jednalo se o eliptické moduly, které zobrazovaly z bodu do bodu s ohniskovou vzdáleností 16 m a geometrickým uspořádáním typu Kirkpatrick-Baez (KB). Každý modul byl nejprve otestován zvlášť a na základě těchto

výsledků byl sestaven systém obsahující dva zkřížené moduly. Vzhledem k velice dobrým výsledkům z optických testů byl jeden modul podroben vibračním testům (podmínky odpovídající startu rakety), které potvrdily, že inovační technologie umožňuje připravit modul, jenž lze bez problému použít pro kosmické experimenty.



Snímek fokusu ze zkřížených modulů (horizontální a vertikální uspořádání).



KB optický systém s křemíkovými substráty.

Co vám účast v projektu X-ray Optics přinesla?



„Tento projekt nám umožnil získat celou řadu velmi důležitých a cenných zkušeností, a to jak z hlediska vedení a koordinace projektu, tak i z hlediska odborného. Během řešení projektu jsme dostali příležitost modifikovat stávající technologie a experimentálně ověřit navržený inovační postup pro přípravu optických modulů tohoto typu. Získané výsledky projektu jednoznačně prokázaly, že jsme na srovnatelné úrovni jako ostatní skupiny zabývající se touto problematikou ve světě (Japonsko, USA).“

?