

兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所

〒678-1205 兵庫県赤穂郡上郡町光都3-1-2

Tel : 0791-58-0249 Fax : 0791-58-0242

Laboratory of Advanced Science and Technology for Industry (LASTI),
University of Hyogo

Kouto 3-1-2, Kamigori, Ako-gun, Hyogo, 678-1205 Japan

URL: <http://www.lasti.u-hyogo.ac.jp/Index-j.html>

e-mail: lasti@lasti.u-hyogo.ac.jp



高度産業科学技術研究所

Laboratory of Advanced Science and Technology for Industry

ニュースバル放射光施設

〒678-1205 兵庫県赤穂郡上郡町光都1-1-2

(兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所)

Tel : 0791-58-2503 Fax : 0791-58-2504

NewSUBARU

Kouto 1-1-2, Kamigori, Ako-gun, Hyogo, 678-1205 Japan

URL: <http://www.lasti.u-hyogo.ac.jp/NS/>

21世紀播磨科学技術フォーラム事務局

高度産業科学技術研究所内

Tel : 0791-58-0357 Fax : 0791-58-0244

Harima Forum of Science and Technology
for 21st Century

URL: <http://www.lasti.u-hyogo.ac.jp/21f/index.html>

e-mail: forum21@lasti.u-hyogo.ac.jp



ニュースバル NewSUBARU

公立大学法人 兵庫県立大学

Public University Corporation of the University of Hyogo

高度産業科学技術研究所 LASTI

Laboratory of Advanced Science and Technology for Industry



高度産業科学技術研究所は兵庫県立大学の附置研究所として平成6年4月に設立されました。当研究所は光科学技術を中心とした先端的研究を推進すると共に、県下企業等との共同研究により新産業技術基盤の創出を図り、産業支援を行うことを目的としています。このために国内有数の放射光施設「ニュースバル」を設置しています。

The Laboratory of Advanced Science and Technology for Industry (LASTI) was founded in April 1994 in University of Hyogo. It is expected to be a center of excellence in the research field of photon science and related technologies. Through collaborations with industries, the laboratory prepares a base of advanced engineering in the local area and takes the initiative in creating new industrial technologies. In order to achieve this purpose, we constructed a foremost synchrotron light facility "NewSUBARU"

研究所の理念

Philosophy of LASTI

我々は、自由闊達な精神の基に、光科学技術を中心とした先端かつ独創的な研究を推進するとともに、新しい産業科学技術基盤の創出を図り、産業支援を通して社会の発展に貢献します。

We promote the leading and creative researches of light science and related nano technologies with free and vigorous spirit in order to construct the new platforms of the advanced technology for built-up of expanded industries, contributing the evolution of the society.

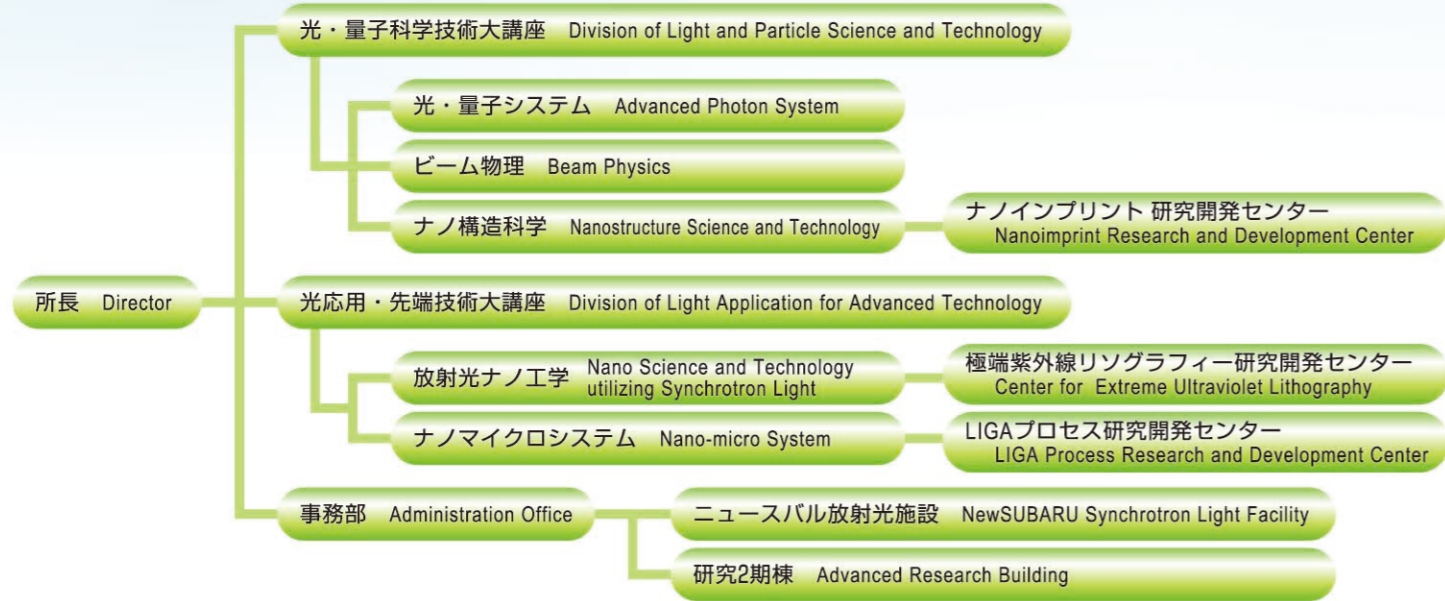
組織

Organization of Research Institute

当研究所は「光・量子科学技術」、「光応用・先端技術」の2大講座から組織され、5つの専門分野が設置されています。光・量子科学技術大講座は、光及びビーム関連科学の研究開発を進めるとともに新しいナノ科学の創出を進めています。光応用・先端技術大講座は、放射光利用によるナノテクノロジーを駆使したマイクロデバイス研究や計測技術の研究開発を進め、産業界の支援を行っています。この他、3つの研究開発センター「EUVリソグラフィ研究開発センター」「ナノインプリント研究開発センター」「LIGAプロセス研究開発センター」が設置されています。



兵庫県立大学播磨理学キャンパス研究2期棟。高度産業科学技術研究所は同施設内に設置されています。
Advanced research building of Harima science campus, University of Hyogo. LASTI is set in this building.



研究2期棟 Advanced Research Building



走査型電子顕微鏡 Scanning Electron Microscope



電子ビーム描画装置 Electron Beam Lithography Exposure

21世紀播磨科学技術フォーラム

Harima Forum of Science and Technology for 21st Century

当研究所は「21世紀播磨科学技術フォーラム」の事務局を担当しています。兵庫県内企業・行政・各種団体技術者及び研究者に情報を交換するセミナー・シンポジウム・交流会等の「場」を提供します。

The laboratory manages the office of "Harima Forum of Science and Technology for 21st Century" which is organized by local industries and chambers of commerce in Harima, Hyogo.

ニュースバル放射光施設

NewSUBARU Synchrotron Light Facility



ニュースバルは世界最大の放射光リングをもつSPring-8の技術的支援と協力関係の下に、同敷地内に建設されました。SPring-8の特徴が高エネルギーの硬X線発生であるのに対して、ニュースバルは真空紫外から軟X線のエネルギー領域の放射光を発生させます。ニュースバルはSPring-8を含む研究複合体の中で特色のある役割を果たしています。

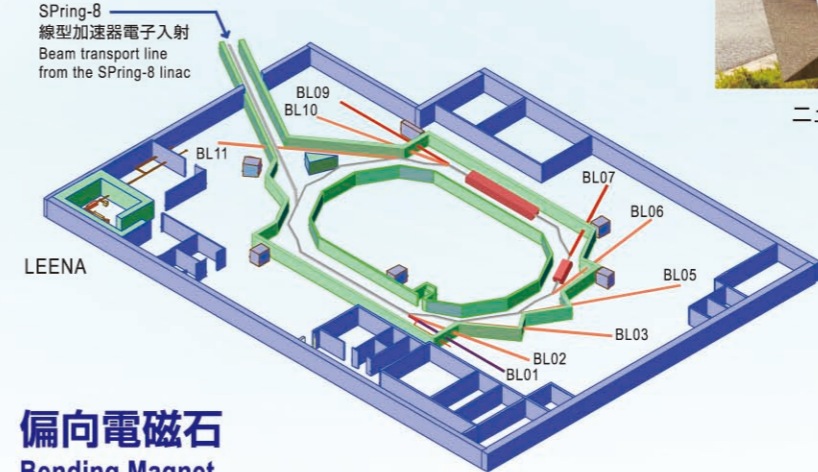
NewSUBARU was constructed at the SPring-8 site in collaboration with the SPring-8 staffs. The ring was designed to be a complement to the 8 GeV SR. NewSUBARU provides light beams from IR to Soft X-ray. NewSUBARU is playing a characteristic role in the research complex which includes SPring-8.

ニュースバル蓄積リング

NewSUBARU Storage Ring

ニュースバルでは加速した電子を磁力によって曲げる際に発生する放射光を利用しています。光源には偏向電磁石と挿入光源(アンジュレータ)があります。またレーザーと加速電子を衝突させることによってコンプトン散乱ガンマ線も発生させています(BL01)。

Synchrotron light is produced by accelerated electrons when they are forced to bend by a magnetic field. The available light sources are bending magnets and undulators. A gamma ray beam is also generated by the head-on collision between an electron beam and a laser beam (BL01).



ニュースバル実験研究棟 Research building of NewSUBARU

アンジュレータ

Undulator

周期的磁場によって電子を蛇行させて、発生する放射光同士を干渉させることにより、特定波長の放射光を選択的に発生させて利用します。

An electron beam wiggles in a periodically alternating magnetic field, thereby radiated synchrotron light interferes each other, generating a characteristic light selectively.



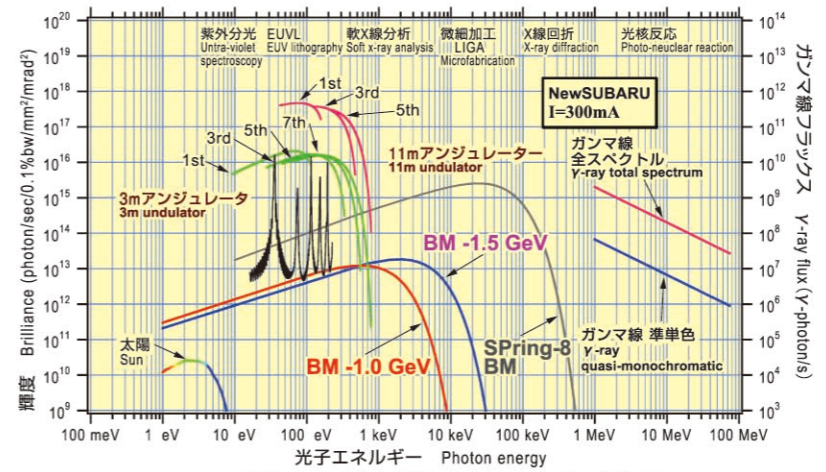
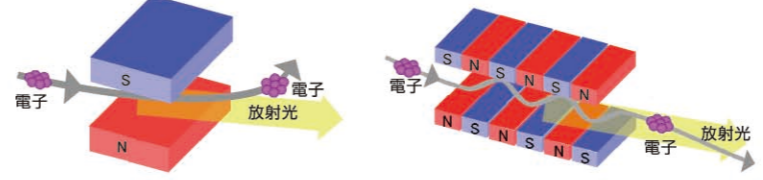
ニュースバル11mアンジュレータ 11 m Undulator

偏向電磁石

Bending Magnet

赤外からX線まで広い波長領域の光を発生できます。また電子ビームをリング内に閉じ込めるのにも使われています。

Light beams of a wide wavelength range from infrared rays to X-rays are produced by this magnet. It confines an electron beam in a ring configuration.



ニュースバルからの放射光の光子エネルギーと輝度 The wavelength region and brilliance of lights available at NewSUBARU

電子蓄積リングパラメータ

Storage Ring Parameter

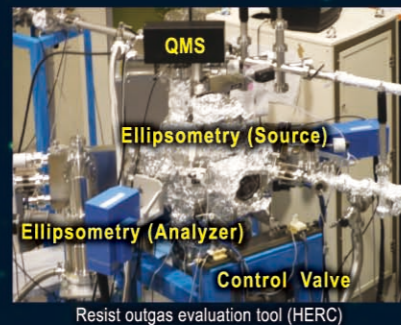
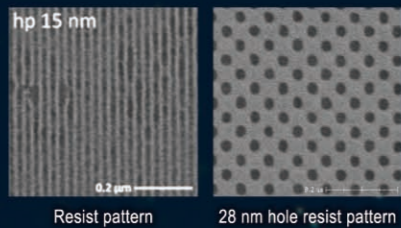
蓄積エネルギー Storage energy	1-1.5GeV
周長 Circumference	118.731m
蓄積電流 Current	最大 Max 500mA
	1GeV利用時 at 1 GeV operation 300mA(Top-Up)
	1.5GeV利用時 at 1.5 GeV operation 350mA(Decay)
軌道の安定性(連続COD補正有り) Orbit stability with continuous COD correction	
水平 Horizontal	<10μm
垂直 Vertical	<10μm
自然エミッタンス Natural Emittance	38nm(1GeV)

極端紫外線リソグラフィ用基盤技術の研究開発 Research and Development of EUV Lithography

BLO9 コヒーレント軟X線応用 Applications of coherent X-rays

11m長のアンジュレータを光源に有するビームラインであり、高強度軟X線によるコヒーレント実験に適しています。極端紫外線リソグラフィ用レジスト(EUVレジスト)の開発を促進する目的で、EUV干渉露光系(EUV-IL)とアウトガス評価系(HERC)を設置しました。EUV-ILでは、1Xnm級のEUVレジスト評価が可能です。一方、HERCでは、半導体の量産に必要なEUV光強度でEUVアウトガスから生成されるカーボンコンタミネーション膜厚をin-situの可視領域のエリブノメータにより測定できる特徴を有します。

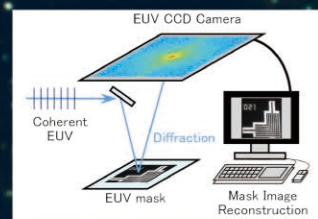
The source of BLO9 beamline is a 11-m-long undulator and this beamline is suitable for the coherent application with a high soft-x-ray intensity. EUV interference lithographic (EUV-IL) tool, and resist outgas evaluation tool (HERC) were installed. 1X nm resist patterning is available using EUV-IL. And using HERC, the contamination thickness measurement under a high EUV intensity exposure is available by an in-situ ellipsometer.



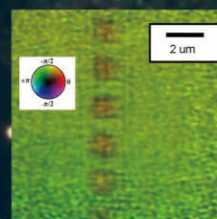
BLO3 極端紫外線リソグラフィ Extreme Ultra-Violet Lithography (EUVL)

EUVレジスト感度測定系、並びにEUVLマスク基板を検査できる顕微鏡が設置されています。感度測定系では、実露光機と同等のEUVスペクトルでの評価が可能です。マスク欠陥検査装置は、反射光学系を用いたEUV顕微鏡(EUVM)およびレンズレスのEUVコヒーレントスキャトリー顕微鏡(CSM)です。EUVMはSchwarzschild Opticsを用いており、視野φ160μmで30nm以下の分解能で欠陥観察できます。一方、CSMでは取得した回折象を元に計算により像再生できます。この結果、位相像としても観察可能であり、欠陥の3次元構造や、位相シフトマスクの評価などに応用を広げることができます。

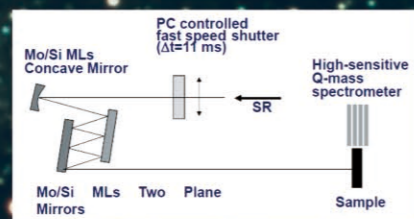
The EUV resist sensitivity measurement tool and the microscopes for EUVL mask to inspect defects are installed. The resist sensitivity can be measured with the same EUV spectrum as that in the HVM exposure system. For the mask inspection, one is EUV microscope (EUVM) which employed Schwarzschild optics. EUVM has a high resolution of 30 nm with a wide field view of 160 μm. The other is EUV coherent scatterometry microscope (CSM) which is of a lensless type. It can record the diffraction image. The real image can be reconstructed from the diffraction image.



レンズレス顕微鏡のコンセプト
Design concept of lensless microscope



位相欠陥観察結果
Observation example of phase defect. (Intensity and phase)



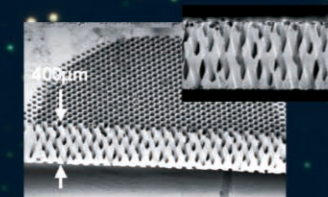
EUVレジスト感度測定装置
EUV resist sensitivity measurement tool

ナノマイクロ加工MEMSおよびナノバイオ応用研究 Application of Nano-micro Process MEMS and Nano-biotechnology

BL11 ナノマイクロシステム Nano-micro System

LIGAプロセスは放射光の平行性と高い透過力を利用して樹脂製の微小構造体を形成し、これに電気めっきを施して金型を作製した後、成形によってマイクロ部品を量産する技術です。我々はLIGAプロセスを3次元化することで、任意形状に対応した微細立体加工技術の開発に成功しました。この技術を用いて、各種のマイクロシステムをはじめ、化学、バイオ、医療分野への応用も進めています。

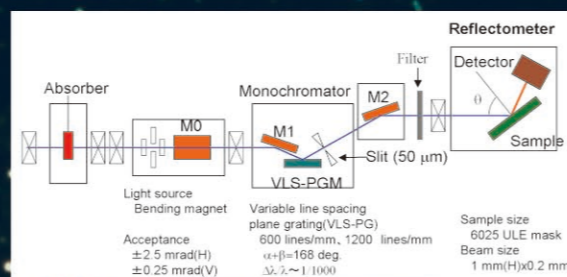
LIGA process is an useful engineering process using synchrotron light to fabricate high aspect microstructures, consisting of deep X-ray lithography (DXL), electroforming and replication technologies. We succeeded in development of the ultra-fine processing technology for arbitrary 3D structures by 3D DXL using multi-scan stages. This technology can be applied to fabricate a wide variety of microsystems in various fields such as chemical, biological and medical engineering.



BL10 汎用ビームライン Reflectivity measurement

本ビームラインでは、極端紫外線(EUV)リソグラフィにおいて必須となる多層膜の反射率評価装置を構築した。多層膜はMoとSiから構成されており、それぞれ3nmと4nmの厚さで80層程度です。リソグラフィのスループットを向上させるため、反射波長をピコメートル程度の非常に高い精度で測定する必要があります。また、反射率だけでなく、透過率、散乱、並びに耐久性や表面位相など様々な評価が可能です。また、1mサイズの大型反射鏡の評価装置を開発しており、EUVリソグラフィで実際に使用されるすべての反射鏡の評価が可能です。

A reflectometer was developed to measure reflectivity of the EUV multilayer mirror. The multilayer consists of 80 pairs of 3-nm-thick Si and 4-nm-thick Mo layers. The required precision of the wavelength is about pm level to maximize the reflectivity to maintain the lithographic throughput. The reflectometer can also evaluate the transmittance, scattering, high dose resistance, and total electron yield. A new large reflectometer has been developed to measure the large mirror of 1 m-in-diameter in size. The reflectivity of the all kind of multilayer mirror for EUV lithography can be measured.



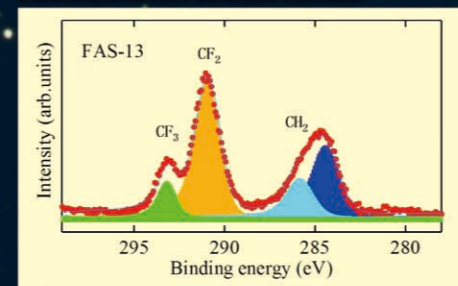
反射率評価ビームライン概略図
Schematic view of the EUV reflectometer beamline

材料分析および光励起反応応用の産業利用 Material analysis and Application of Photo-excited Reaction for Industrial Use

BLO7 新材料開発(材料分析) Material analysis

BL07は3mのアンジュレータを光源とする高輝度ラインです。BL07Aではエネルギー選択した高輝度照射によりSR励起プロセスの研究を行います。BL07Bでは組成分析や表面の結合状態・電子構造の評価ができます。光電子分光、X線吸収端近傍微細構造測定などが行えます。

The beam line 7 (BL-07) was a high-photon flux beamline with a 3-m undulator as a light source. At BL07A, the SR-stimulated processes are investigated using an energy tunable high-photon flux beam. At BL07B, characteristic photoelectron emission and photoabsorption are powerful tools to evaluate surface element and surface electronic structure.

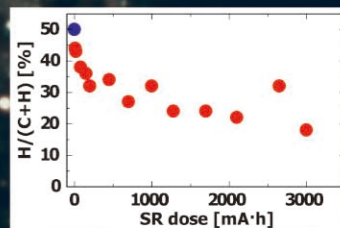


フッ素含有難型膜のC 1s内殻光電子スペクトル(BL07B)
C 1s core-level photoemission spectrum of fluorinated antisticking layer (BL07B)

BLO6 新素材開発(光励起反応) Development of new materials

BL06では軟X線領域の白色光を試料に照射することにより、様々な光励起反応を利用したSRプロセスの研究を行います。軟X線の照射による内殻励起反応を利用して、ぬれ性や屈折率など様々な物性を局所的に改質を行います。

BL06 was constructed for the irradiation of white beam in the soft X-ray region. Molecular scalpel is a novel processing technology of molecules which helps to develop new materials.

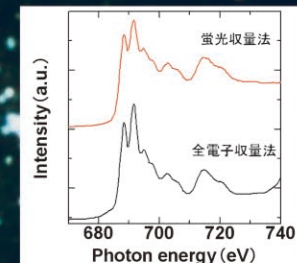


水素化DLC膜中の水素含有率の軟X線照射量依存性
SR dose dependence of the H content in the hydrogenated DLC thin film

BLO5 産業用分析 Material analysis for the industrial enterprises' uses

産業用の分析利用を促進するためのビームラインです。産業界のニーズに対応するため、幅広いエネルギー範囲(50-4000 eV)でXAFS(X線吸収微細構造:NEXAFS, EXAFS)測定、XPS測定が可能な軟X線分光分析ビームラインです。物質・材料を構成する元素の化学状態・結合状態・隣接原子との距離などが解析できます。

In the BL05, X-ray absorption Fine Structure (XAFS) and X-ray photoelectron spectra (XPS) can be measured with a high-energy resolution in the wide energy region (50-4000 eV). These measurements provide us the information on chemical composition, electronic states, and distance between neighboring atoms.

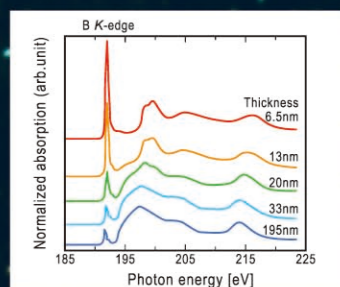


CaF₂粉末のF K吸収端NEXAFSスペクトル
F K-edge NEXAFS spectra of CaF₂ powder

BLO9 軟X線分析 Soft X-ray analysis

BL09は11mアンジュレータ光の高輝度性と分光装置性能を生かした軟X線領域の吸収・発光分光装置による測定が可能なビームラインです。現在、全電子収量(TEY)法、部分電子収量(PFY)法および全蛍光収量(TFY)法による測定が可能です。

BL09 is a beamline with 11-m undulator light source and high resolution monochromator, and is used for X-ray absorption and emission spectroscopy in soft X-rays region. Measurements of total electronic yield (TEY), partial electron yield (PEY) and total fluorescence yield (TFY) methods are available.



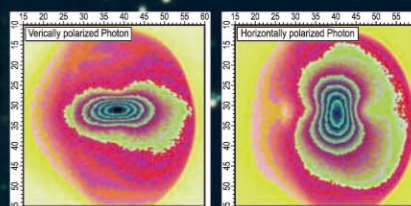
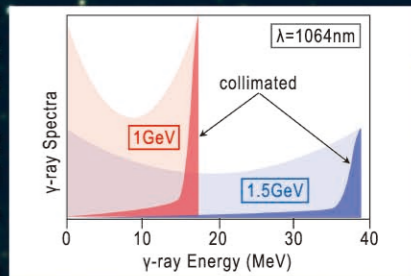
X線吸収分光法によるBN薄膜の評価
XAS analysis of BN thin film

レーザーコンプトン散乱ガンマ線利用 Laser Compton Scattering Gamma-ray Beam

BLO1 レーザー・コンプトン散乱ガンマ線ビーム源 Laser Compton Scattering Gamma-ray Beam Source

レーザー・コンプトン散乱ガンマ線は、高エネルギー電子線でレーザー光子を散乱することにより発生するガンマ線で、高い偏光特性と鋭い指向性を持ちます。中心部を切り出すことで、準単色のエネルギー可変ガンマ線ビーム源となります。非破壊検査や光核反応中性子発生、電子対生成による陽電子発生などに利用されています。また、高い偏光特性を利用して、磁気コンプトン散乱や原子核蛍光分析などに応用されます。

Laser Compton scattering (LCS) gamma-ray is scattered laser photon by high energy electron beam. Gamma-ray source has a high polarization property and a sharp directivity. A quasi-monochromatic tunable gamma-ray beam can be generated by collimating the LCS gamma-ray. The LCS gamma-ray is applied for a nondestructive inspection, a generations of photo neutron and positron, and a magnetic Compton scattering measurement and a nuclear fluorescence analysis.

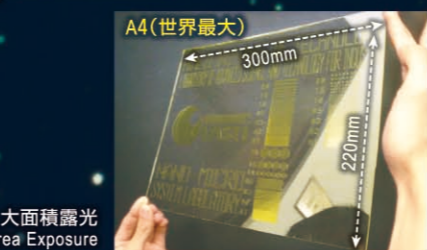


BLO2 大面積露光 Large Area X-ray Exposure System

A4サイズの大面積露光とサブミクロンパタン加工の両者が可能な、本格的なLIGA用露光システムです。これにより、高性能光学部品や流体デバイスなどの新たなマイクロシステム研究と本格的な産業応用が期待されます。

The beamline provides a wide exposure area up to A4 size and x-ray energy bandwidth selectivity for submicron lithography. It is expected to develop the high efficiency optical devices and microfluidics devices for industrial use.

LIGAとは
Lithographie : リソグラフィ
Galvanoformung : 電鍍メッキ
Abformung : 形成



研究開発センターと先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業

高度産業科学技術研究所は、これまでも多数の研究成果を創出し、また産学連携事業を強力に推進してきました。今後は、研究および産学連携による社会貢献を引き続き重点的に行うと共に、この活動に於いて、学部・研究科との連携及び学生・大学院生教育をも視野に入れ、若い技術者・研究者の育成を推進します。さらに、全国有数の放射光施設を有する大学として、放射光施設を運用す

るとともに、この施設を有効に活用するため、放射光施設の共用促進事業を実施します。これらの目的のため、3つの研究開発センターとニュースバル放射光施設共用促進室を設置し、迅速な研究展開を図るとともに、外部研究機関や企業に対する研究支援を実施していきます。



NSシンポジウム



分析実習風景

文部科学省先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業を実施しています。また光ビームプラットフォームの連携協力も推進しています。詳しくは下記のニュースバル共用促進室までお問い合わせください。

ニュースバル共用促進室 URL: <http://www.lasti.u-hyogo.ac.jp/NS/> Mail: kyoyo@lasti.u-hyogo.ac.jp
TEL// 0791-58-2543 FAX// 0791-58-2504

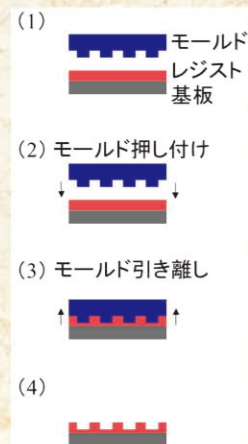


光ビームプラットフォーム
URL: <http://photonbeam.jp/>

ナノインプリント研究開発センター Nanoimprint Research and Development Center

機械的なエンボス技術であるナノインプリントが、1995年にプリンストン大学のStephen Chou教授によって発明されました。10nmサイズのパターン形成が高スループットで可能な実用ナノテクであることがその再現性と共に世界の研究機関から報告され、国内外でIT・エレクトロニクス、バイオ・ライフサイエンス、環境・エネルギーのすべての分野で応用展開が進行し、ナノインプリント産業が急速に創生されつつあります。このナノインプリント技術のさらなる研究開発及び産学連携を推進する拠点として、2010年10月1日に「ナノインプリント研究開発センター」を設置しました。

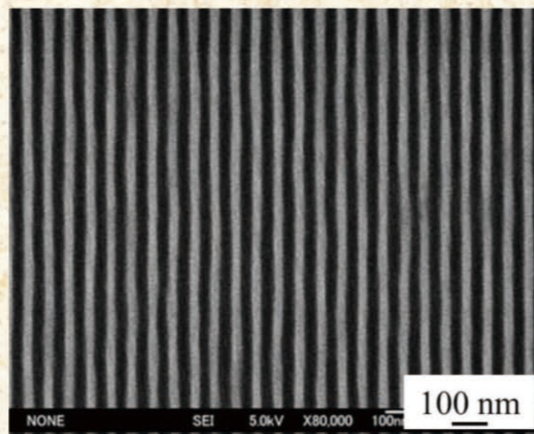
Nanoimprint based on the mechanical embossing principle, which was invented by Prof. Stephen Chou of Princeton Univ. in 1995, is a practical nanotechnology that promises high-throughput of 10nm pattern delineation and the reproducibility is reported from research institutions around the world. Applications of all areas of IT electronics, biotechnology and life sciences, the environment and energy proceeds at home and abroad. Nanoimprint industry is being produced rapidly. We established "Nanoimprint Research and Development Center" to advance NIL R&D and promote collaboration with industries and universities on October 1 in 2010.



ナノインプリントプロセス
Process of Nanoimprint



ナノインプリント装置 Nanoimprint Tool



ナノインプリント転写パターン Transcription Pattern

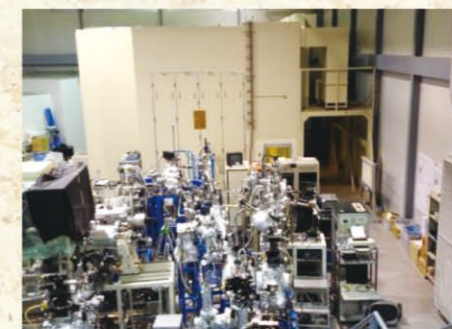
極端紫外線リソグラフィ研究開発センター Center for Extreme Ultraviolet Lithography

極端紫外線リソグラフィ(EUVL)は、16nm以下の線幅を有するメモリやMPU等の電子デバイスの量産技術として使用される。とくに、マスクやレジストの市場で、日本企業が大きな世界シェアを維持し続けるためには、基礎から応用、そして実用化を目指したEUVL技術開発が必要となるため、2010年10月1日に開発拠点としてEUVL研究開発センターを設置しました。当センターでは、マスクの欠陥検査技術、並びにEUVレジスト評価装置、レジスト開発を進めるため、3本のビームライン(BL03, BL09, BL10)を用いて、EUVリソグラフィ用の先端評価装置の利用を図っています。

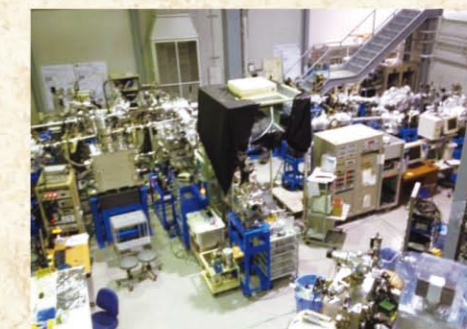
EUV lithography for 16 nm and below will be used in high volume manufacturing for the semiconductor electronic devices such as a memory and CPU. To insert the EUVL technology into the production line, the technology development speed should be accelerated. Especially, For the mask and resist, to maintain the big market share of the Japanese companies, in the view point to transfer the technology from the fundamental and applicable researches to the practical use, EUV lithographic technology development is necessary. Thus, in this center, the mask defect inspection and resist evaluation, and resist material and process development are carrying out. This center owns three beamlines only for the EUVL such as BL03, BL09, BL10. And we have a mission to accelerate the development speed of the EUVL technology with opening our tools for users.



BL03 マスク検査とレジスト感度測定
Mask Inspection and Measurement of Resist Sensitivity



BL09 16nm以下の干渉露光とOutgas評価
16 nm and Below Interference Exposure and Evaluation of Outgas

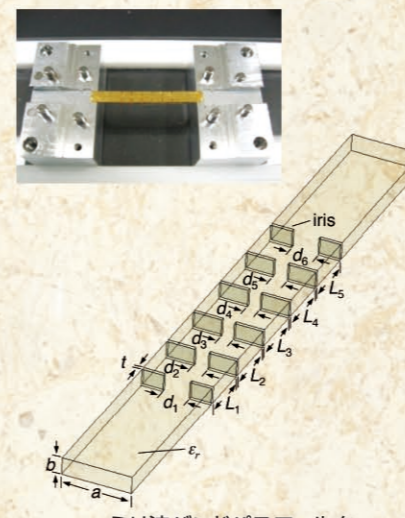


BL10 反射率評価と吸収分光
Reflectivity Measurement and Absorption Spectroscopy

LIGAプロセス研究開発センター LIGA Process Research and Development Center

ニュースバル放射光施設を用いたLIGAプロセス技術および関連技術の高度化と、新たなものづくり基盤技術プラットフォームの形成、並びにこれを活用した機能デバイス・新材料の創成を目的として2012年4月1日に設置されました。LIGAプロセス技術の確立により、より微細で高アスペクト比の3次元構造の作製が可能になりました。これまでに、光学素子、分離フィルタやマイクロ流路部品、LED照明部品、立体映像素子、ミリ波回路部品など数々の応用を行っています。

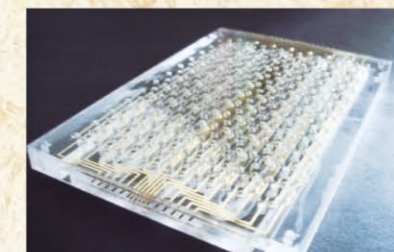
The center was established on April 1 in 2012 for development of a LIGA process using synchrotron radiation and related technology using NewSUBARU facilities and formation of a new manufacturing platform, next generation device and materials. The LIGA process realizes three-dimensional micro structure with high aspect ratio. We have been applied this to many device fields such as optical element, separation filters, microfluidics, LED back light panels, three-dimensional movie optics, millimeter wave circuits devices.



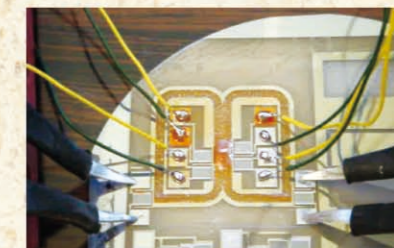
ミリ波バンドパスフィルタ
Bandpass Filter for Millimeter Wave



競合法ELISA用チップ
Lab-on-a-CD for ELISA



DNA解析チップ Micro Fluid Device for DNA Analysis



マイクロ流路 Micro Flow Path