

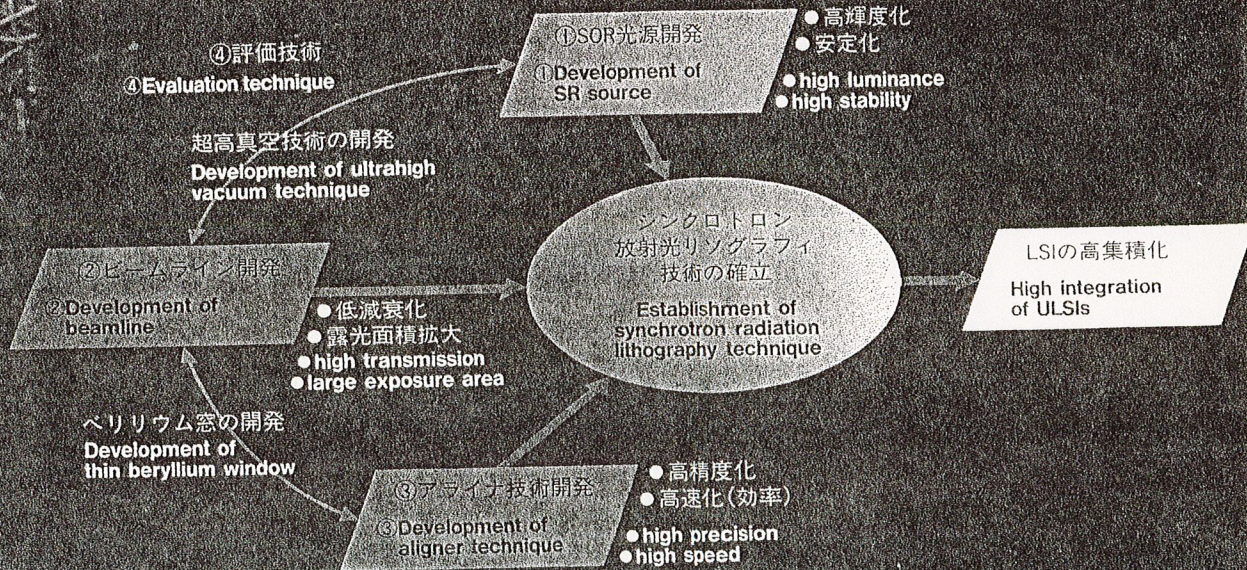
เอกสารแนบ 2

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนของบริษัทซอร์เทค

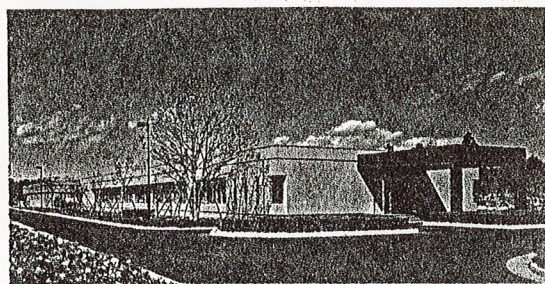
SORTEC

株式会社ソルテック

シンクロトロン放射光(SOR)利用技術の研究開発の流れ
 Research & Development of Synchrotron Radiation (SR) Application Technologies



SORTEC



次世代超LSIの 開発にむけて

Towards the Development of Future ULSIs

半導体開発の幕開けとなったトランジスタの発明から約40年——。エレクトロニクスは急速な発展をとげ、いまや産業から日常生活にまで欠かせない要素となっています。

しかし、エレクトロニクスへのニーズの多様化・複雑化は今後も加速度的に進むことが予想されており、LSIのより一層の高集積化がこれまでも増して重要な課題となっています。

LSIの高集積化を支える主要な技術の一つとして、リソグラフィと呼ばれる微細加工技術があります。現在、紫外線を用いた光リソグラフィが用いられていますが、この技術では高集積化に限界があるため、次世代超LSIの生産には、より高集積化の微細加工技術が必要とされています。そして今、その新技術の本命として注目を集めているのがX線リソグラフィです。これは紫外線より波長が短い軟X線を利用するもので、X線源にはシンクロトロン放射光(以下SOR)が有力とされ、世界各国で開発の動きが高まっています。しかし、SORリソグラフィの実用化を図るためには、SOR光源施設、ビームライン、アライナなど広範囲な実験施設を建設し、多岐にわたる技術開発を総合的に進める必要があります。

当社はこうした要請に応えるべく、基盤技術研究促進センターおよび民間企業13社の出資を得て、1986年(昭和61年)に設立した研究開発を目的とする会社です。エレクトロニクスのさらなる発展をめざし、1996年(平成8年)までの10年にわたり、SOR利用技術の研究開発を行うことを目的としています。

It is forty years since the invention of transistors opened up the race for the development of ever better semiconductors. During this time, electronics has developed rapidly and has now become essential for both industry and everyday life.

The need for electronics, already both varied and complex, is expected to continue diversifying even more quickly in the future, generating a greater demand for ULSIs with higher integration.

One of the major existing techniques for achieving higher integration is a microfabrication procedure called lithography. Presently, optical lithography using ultraviolet rays is widely practiced——but this technique can only achieve limited integration. More advanced microfab-

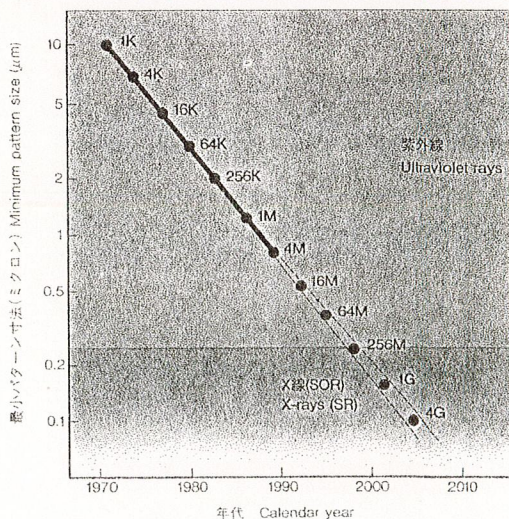
rication methods must be developed to support the production of the ULSIs of the future.

Of all the new techniques, X-ray lithography is now considered to be the most promising.

This method uses soft X-rays, which have shorter wavelengths than ultraviolet ones. Synchrotron radiation (SR) has been found to be a promising source of such X-rays, and R&D work in this field is making progress through the world. But to raise SR lithography technology to the practical level, many kinds of facilities such as SR sources, beam-lines and aligners will need to be constructed, and wide-ranging R&D activities must be undertaken on a systematic basis. The SORTEC Corporation was incorporated in 1986

for precisely this purpose, making use of funds provided jointly by the Japan Key Technology Center and thirteen private corporations. Over the ten year period up to 1996, SORTEC will continue to study the development and application of SR, which we firmly believe will contribute to further advances in electronics.

リソグラフィ技術の推移
Trends in Lithography Techniques



SORの特長と応用

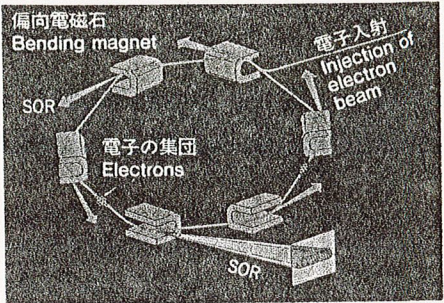
SORとは、光速に近い高エネルギーの電子ビームを電磁石で曲げた時、ビームの進行接線方向に放射される電磁波のこと

- ①可視光からX線にまたがる広い波長範囲をもつ
- ②指向性が強く、しかも極めて輝度が高い、などの特長をもっています。

Features and Application of SR

SR is a kind of electromagnetic wave which is emitted by using magnet to bend a high-energy electron beam traveling almost as fast as the speed of light. The emission is in a forward direction along a tangential line of the beam. Its features include:

- 1. A wide wavelength range, from visible light to X-rays.
- 2. High collimation and high luminance.



シンクロトロン放射光(SOR)の原理
The Principle of Synchrotron Orbital Radiation (SR)

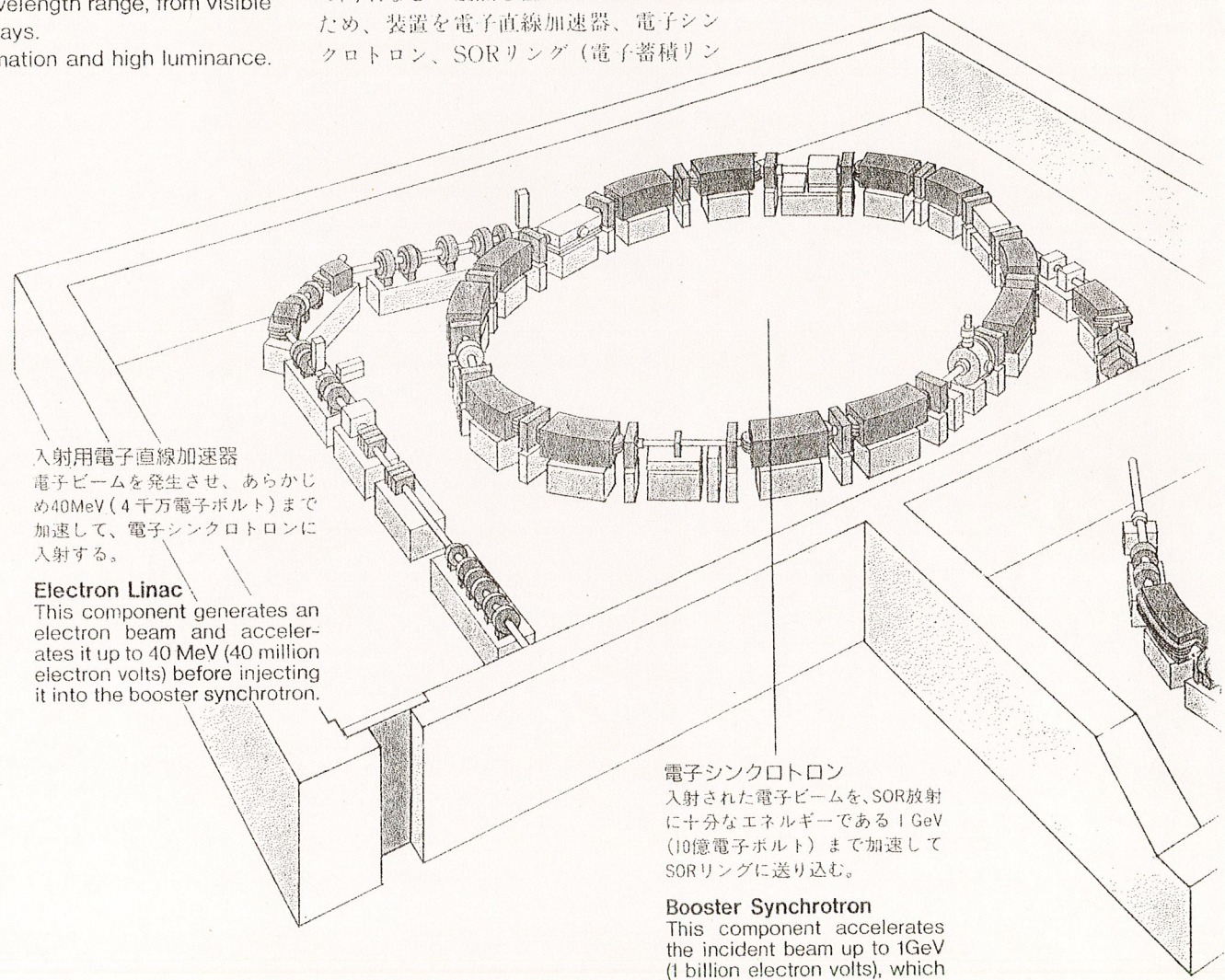
ソルテックのSOR光源装置

当社は、SORの産業への応用、とりわけSORリソグラフィの実用化をめざしているため、SOR光源装置の安定性、信頼性の向上などに重点を置いています。このため、装置を電子直線加速器、電子シンクロトロン、SORリング(電子蓄積リング)

に三分割することにより、それぞれの役割を専用化したシンプルな設計にしています。

SR Source Facility Designed by SORTEC

Our aim is to achieve the application of SR to a variety of different industries especially to develop SR lithography to the level of practical use. Continued research is vital to improve the SR source facility in terms of stability and reliability. We have therefore simplified the design of the facility by dividing it into three components with different functions; the electron linac, the booster synchrotron and the SR ring (electron storage ring).



入射用電子直線加速器
電子ビームを発生させ、あらかじめ40MeV(4千万電子ボルト)まで加速して、電子シンクロトロンに入射する。

Electron Linac
This component generates an electron beam and accelerates it up to 40 MeV (40 million electron volts) before injecting it into the booster synchrotron.

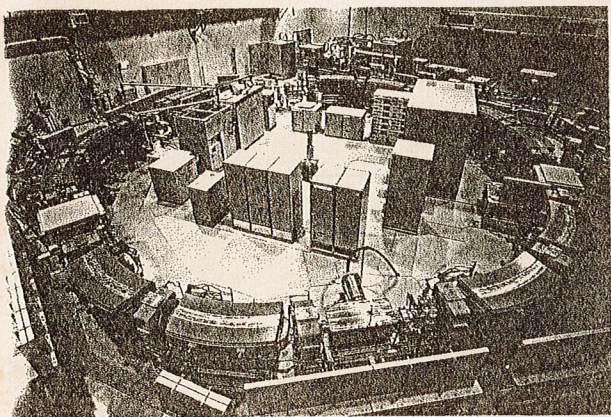
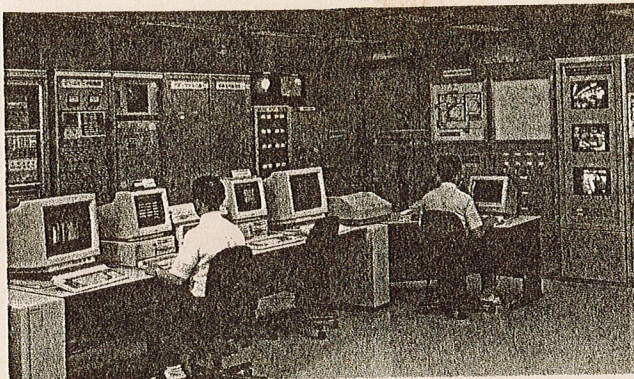
電子シンクロトロン
入射された電子ビームを、SOR放射に十分なエネルギーである1GeV(10億電子ボルト)まで加速してSORリングに送り込む。

Booster Synchrotron
This component accelerates the incident beam up to 1GeV (1 billion electron volts), which represents the energy required for SR generation, and sends it into the SR ring.

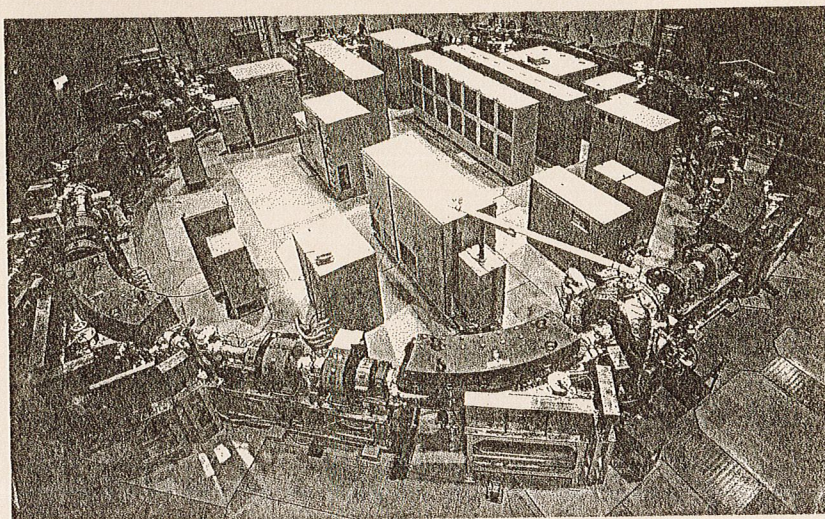
超微細加工用SOR光源技術の確立をめざして

Towards the Establishment of SR Source Techniques for Microfabrication

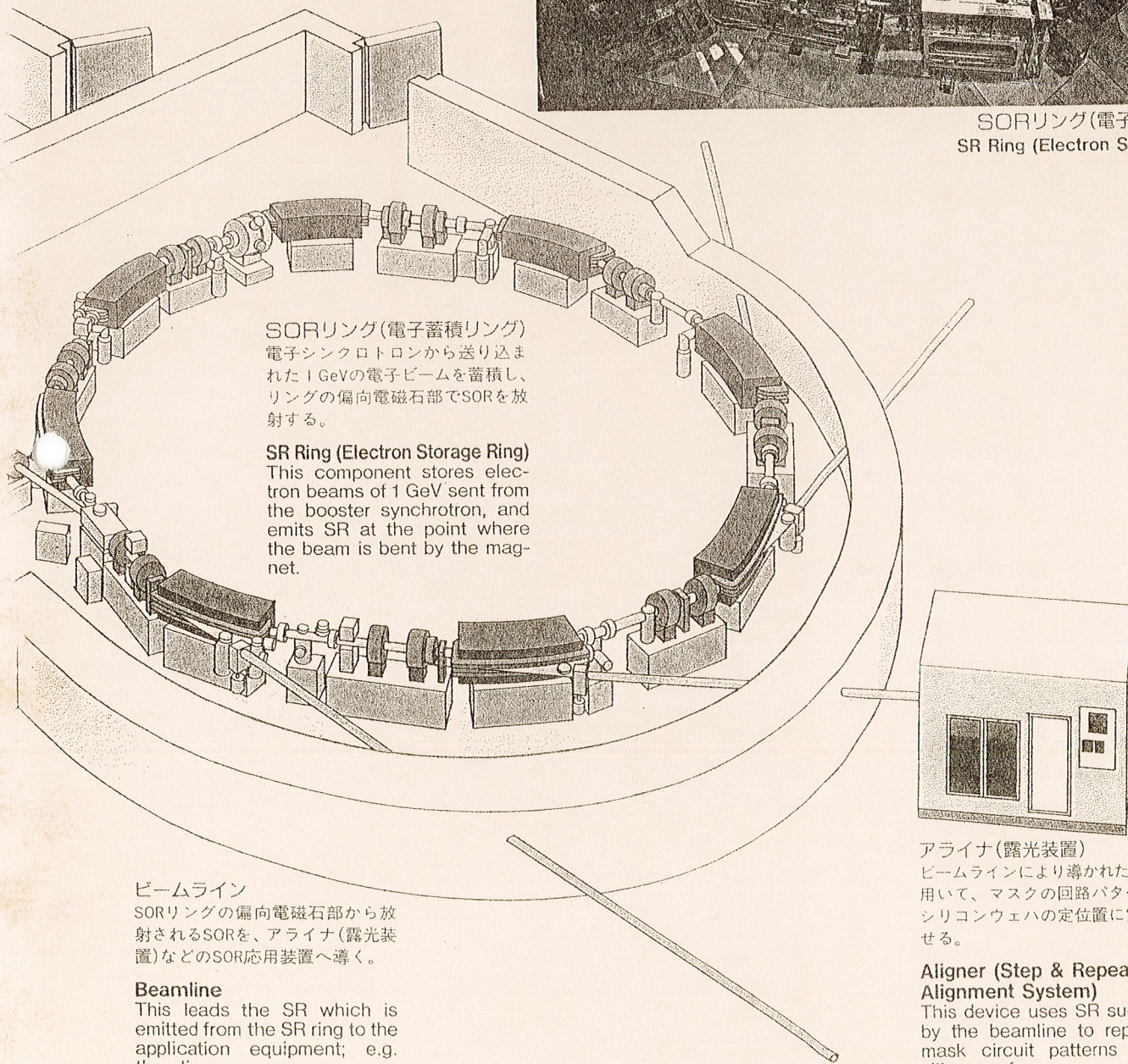
制御室
Control Room



電子シンクロトロン
Booster Synchrotron



SORリング(電子蓄積リング)
SR Ring (Electron Storage Ring)

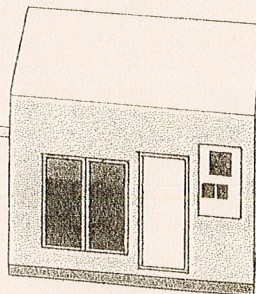


SORリング(電子蓄積リング)
電子シンクロトロンから送り込まれた1 GeVの電子ビームを蓄積し、リングの偏向電磁石部でSORを放射する。

SR Ring (Electron Storage Ring)
This component stores electron beams of 1 GeV sent from the booster synchrotron, and emits SR at the point where the beam is bent by the magnet.

ビームライン
SORリングの偏向電磁石部から放射されるSORを、アライナ(露光装置)などのSOR応用装置へ導く。

Beamline
This leads the SR which is emitted from the SR ring to the application equipment; e.g. the aligner.



アライナ(露光装置)
ビームラインにより導かれたSORを用いて、マスクの回路パターンをシリコンウェハの定位置に露光させる。

Aligner (Step & Repeat Alignment System)
This device uses SR supplied by the beamline to replicate mask circuit patterns on a silicon wafer.

SORリソグラフィ

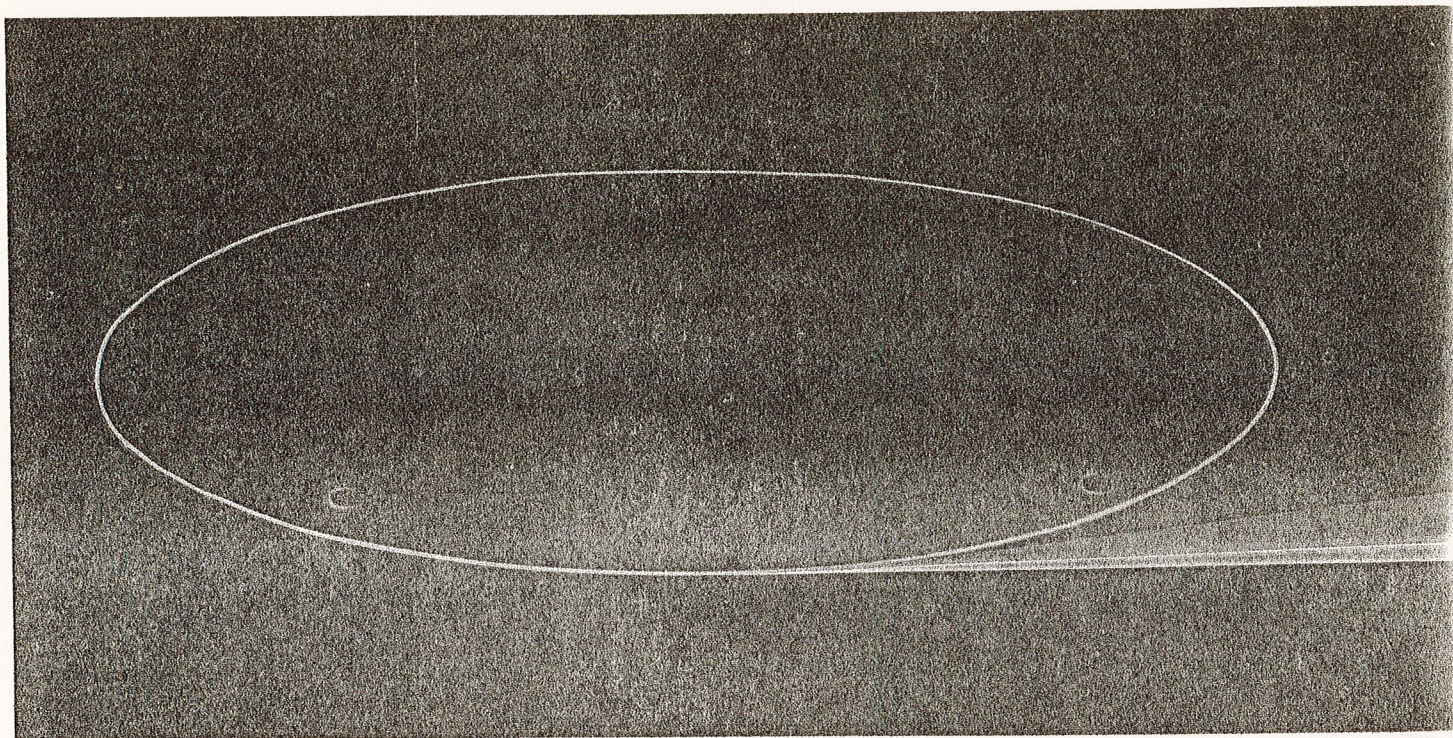
X線（軟X線）は、紫外線などに比べて波長が極端に短いため回折が少なく、回路パターンのはげが減少するので、より微細な回路パターンを形成することができます。さらに、SORは、高輝度でかつ指向性が高いため、生産性が高いという利点もあります。

ビームライン

ビームラインは、SOR通過時のロスを最小限におさえるため、内部を超高真空状態にしてあります。大気との間は、ごく薄いベリリウム膜を張った窓で隔てています。万一、このベリリウム膜が破損した場合でも、大気がSORリングに流入してその機能を停止させることのないよう、真空保護機構を設けてあります。また、SORはSOR光源装置の構造上、水平方向に放射され、垂直方向にはほとんど拡がらないため、ビームライン内に反射鏡を設け、それを振動させることによってマスク全面を照射する方法をとっています。

アライナ（露光装置）

次世代超LSIでは回路パターンがより微細になるため、マスクとウェハの位置合わせには、より高い精度が要求されます。この要求に対し、当社は独自の高精度アライナを開発し、位置合わせ精度の向上や転写パターンの微細化に向けた研究を進めています。



SR Lithography

Because of their extremely short wavelength, soft X-rays undergo only slight diffraction, resulting in less blurring around the circuit pattern; this makes it possible to form finer circuit patterns. SR also has the advantage of high productivity because of its high intensity and good collimation.

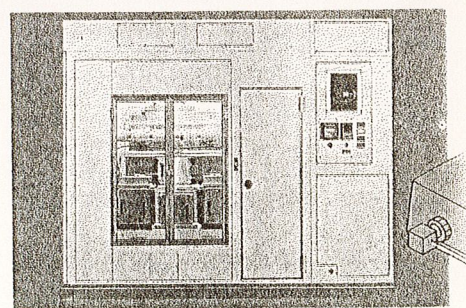
Beamline

In order to minimize loss in the SR while it transmits, the beamline was designed to maintain an ultrahigh vacuum state. A window of very thin beryllium film is employed to keep air out. As a precaution against possible damage to the film, a vacuum protection mechanism is provided to prevent air from flowing into the SR ring and not to stop its operation. Because of the way the SR source

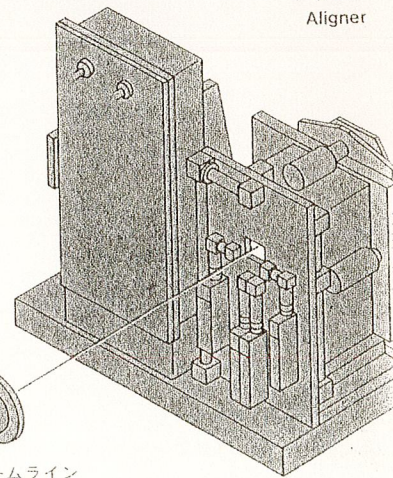
facility is designed, SR is mostly emitted in a horizontal direction, rarely spreading vertically. The beamline is equipped with a reflecting mirror which is oscillated to irradiate the whole surface of the mask.

Aligner (Step & Repeat Alignment System)

In order to manufacture the ULSIs of the future, circuit patterns will need to be much finer than at present. This means that much higher accuracy must be attained in the alignment between the mask and wafer. To meet this demand, we have developed a high precision aligner and are conducting further research to achieve even higher accuracy and finer pattern replication.

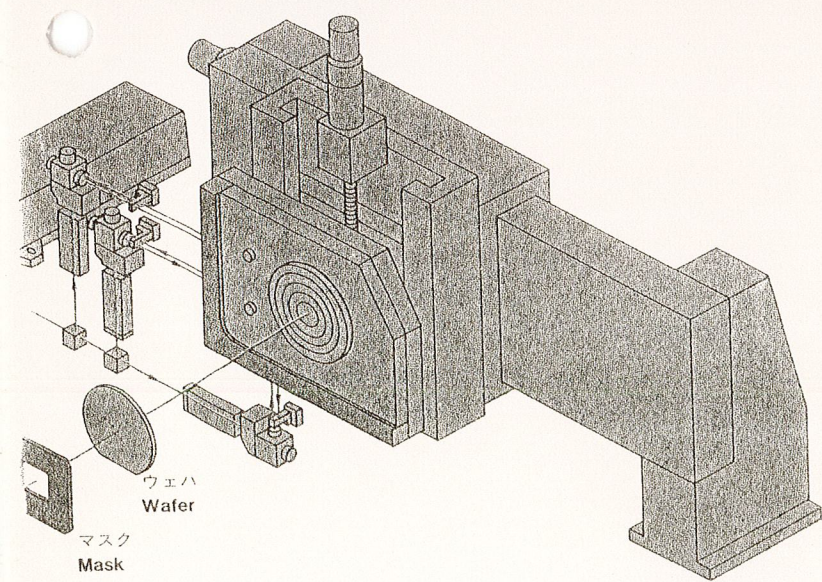
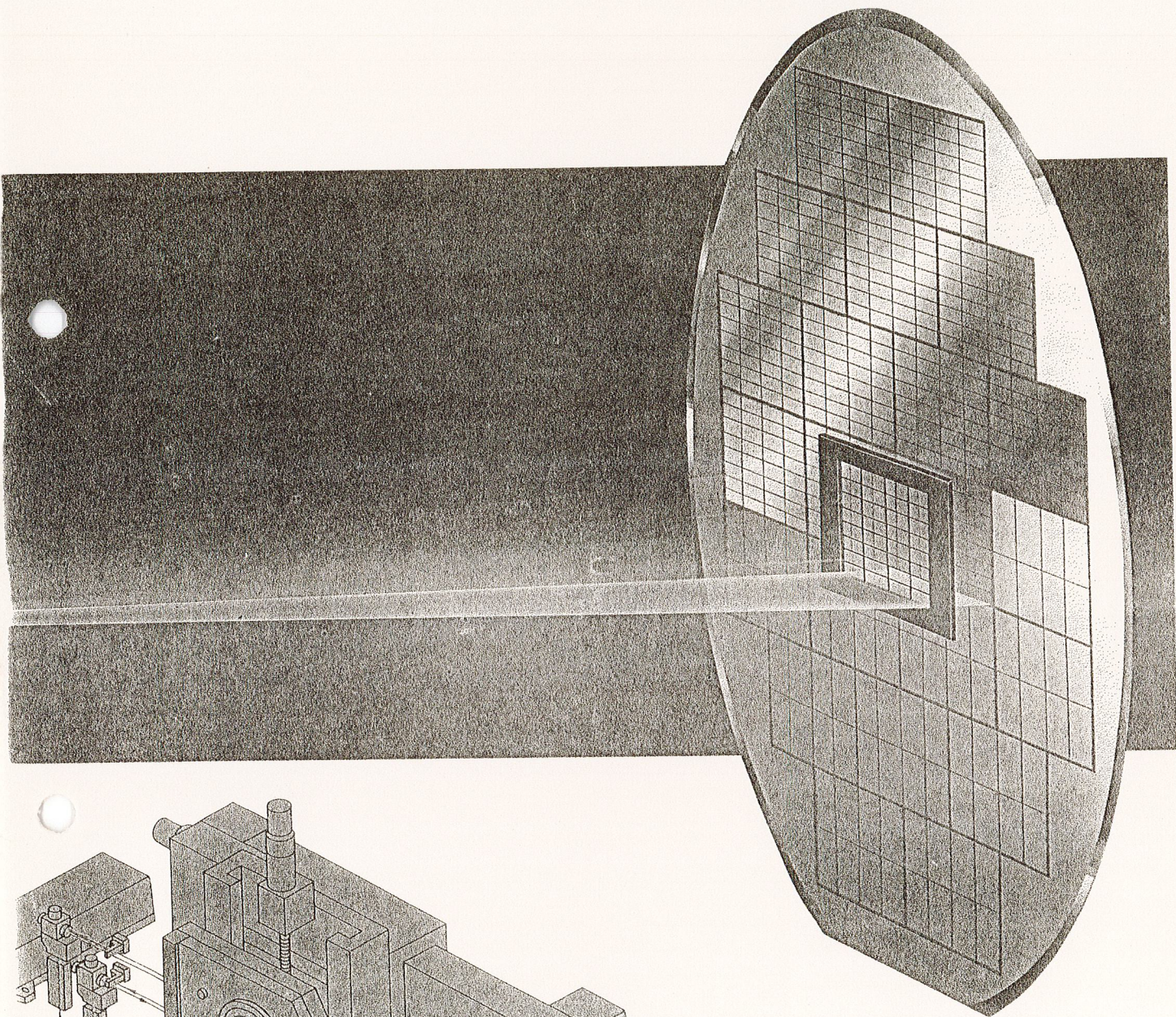


アライナ
Aligner



ビームライン
Beamline

SORリソグラフィ 極限の精度を実現するために SR Lithography: In Pursuit of Ultimate Precision



アライナの構造
The Structure of Aligner

SORTEC

会社概要

会社名 株式会社 ソルテック

所在地 本社
東京都文京区湯島3丁目31番1号中川ビル 〒113
電話(03)3836-1061 ファックス(03)3836-1377
筑波研究所
茨城県つくば市和台16番1 〒300-42
電話(0298)64-4550 ファックス(0298)64-4589

設立年月日 昭和61年6月3日

試験研究費
予定総額 143億円

事業目的 シンクロトロン放射光の利用技術の研究開発

研究開発期間 昭和61年6月～平成8年3月

出資会社 基盤技術研究促進センター
株式会社東芝
日本電気株式会社
株式会社日立製作所
富士通株式会社
松下電器産業株式会社
三菱電機株式会社
沖電気工業株式会社
三洋電機株式会社
シャープ株式会社
住友電気工業株式会社
ソニー株式会社
キャノン株式会社
株式会社ニコン

COMPANY OUTLINE

SORTEC Corporation

Address: Head office;
3-31-1 Yushima, Bunkyo-ku Tokyo, 113
Phone: (03) 3836-1061 Fax: (03) 3836-1377
Tsukuba Research Laboratory;
16-1 Wadai, Tsukuba-shi, Ibaraki, 300-42
Phone: (0298) 64-4550 Fax: (0298) 64-4589

Established: June 3, 1986

Total
Budget: 143 hundreds of million yen

Activities: Research and development of a synchrotron
radiation application technologies

Development period :
From June, 1986 to March, 1996

Investors: The Japan Key Technology Center
Toshiba Corporation
NEC Corporation
Hitachi, Ltd.
FUJITSU LIMITED
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.
Mitsubishi Electric Corporation
Oki Electric Industry Co., Ltd.
Sanyo Electric Co., Ltd.
Sharp Corporation
Sumitomo Electric Industries, Ltd.
Sony Corporation
Canon Inc.
Nikon Corporation

筑波研究所
Tsukuba Research Laboratory

