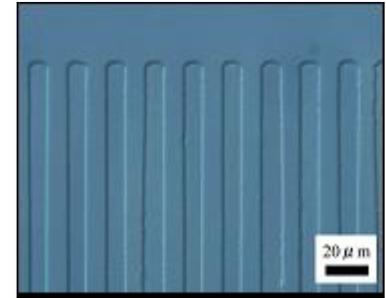


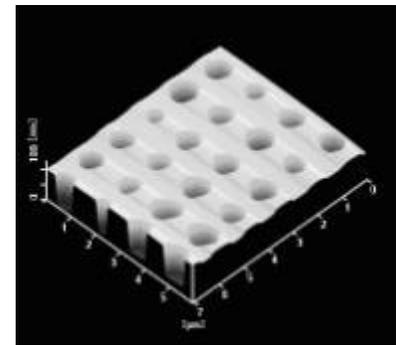
21世紀の光情報通信時代にむけた 酸化物単結晶・デバイスビジネス



株式会社 オキサイド

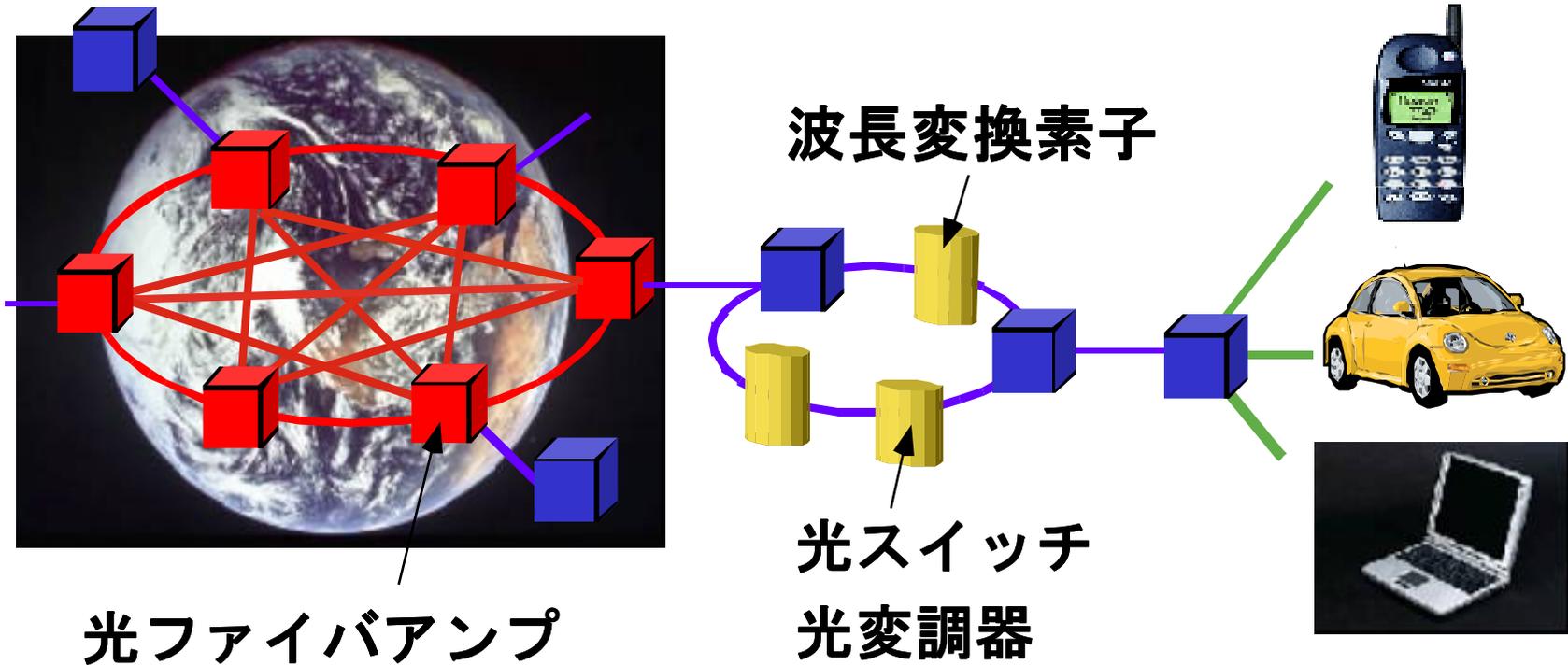


www.opt-oxide.com



大きなビジネスチャンス

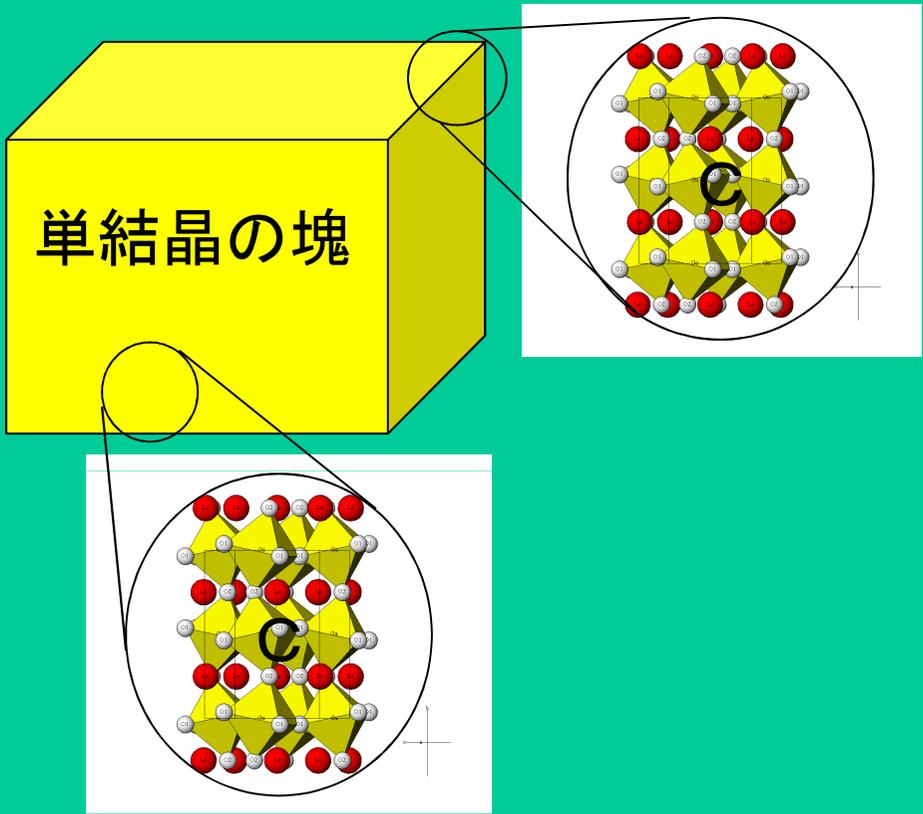
社会環境の大きな変革
21世紀はフォトニクスの時代
光情報通信産業: 65兆円



ビジネスの鍵は光機能デバイスと単結晶

単結晶とは？

単結晶の塊



どこを取っても
同じ原子の配列
どこも同じ性質



LiNbO₃ (LN) · LiTaO₃ (LT)単結晶の特性と応用デバイス

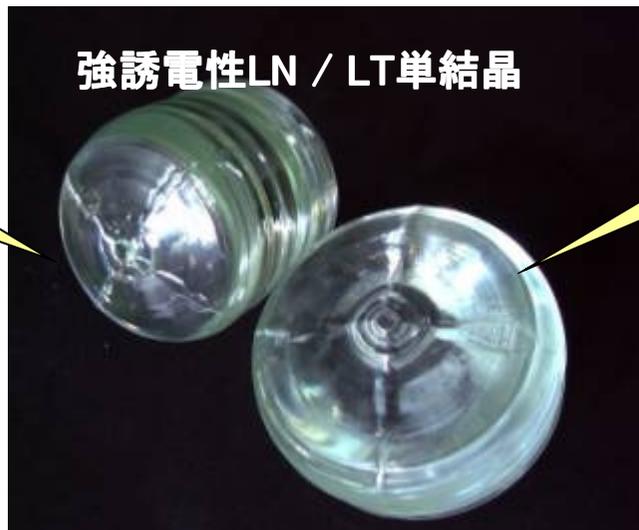


圧電効果
(電気で伸び縮みする)

携帯電話周波数フィルター
TV・ビデオチューナー



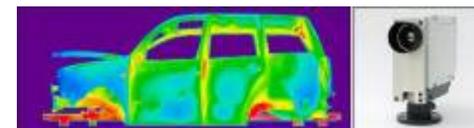
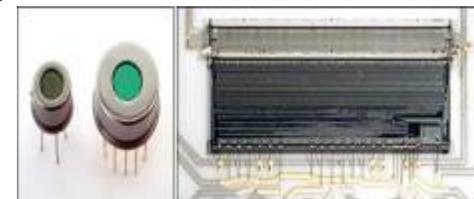
従来の応用



強誘電性LN / LT単結晶

焦電効果
(温度変化で電流)

焦電センサ
赤外線検知器



次世代応用

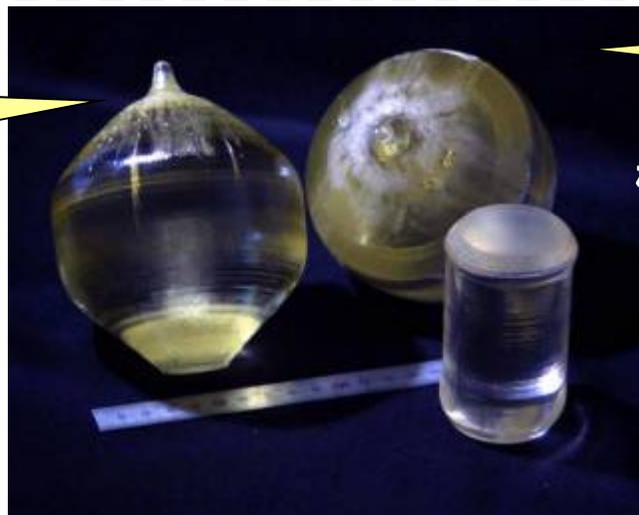
電気光学効果
(電気で屈折率変化)



電気信号
→光信号



通信用光変調器、スイッチ
大容量メモリ(ホログラム)



非線形光学効果
(光の周波数を変える)



光加工用高出力光源
医療/計測用赤外光源
ディスプレイ用光源

限りなく広い分野での応用:

光通信、光情報処理、ディスプレイ、環境計測、レーザー治療、光加工

ただし、光デバイス用材料としては、大幅な特性の改善が必要

国立研究所の研究成果の実用化

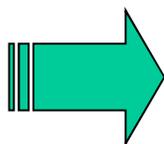
基礎研究



実用化研究



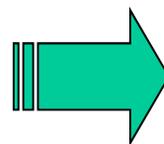
DCCZ method
2~4 inch ϕ



研究成果

- ・特許出願: 30件
- ・原著論文: 75件

科学技術庁 無機材質
研究所 1988~1993



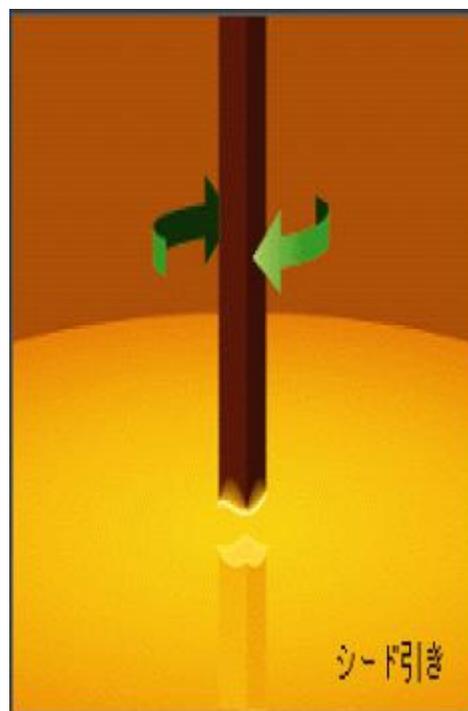
自ら会社設立



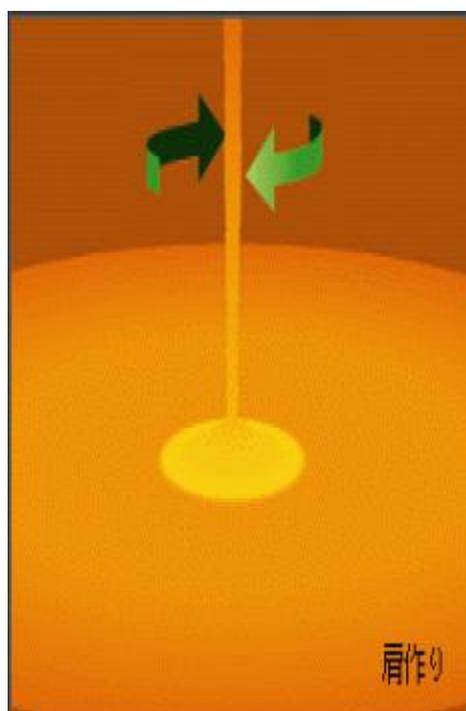
物質材料研究所発
ベンチャー第一号
OXIDE 2000~

(独)物質・材料研究機構
1994~1999

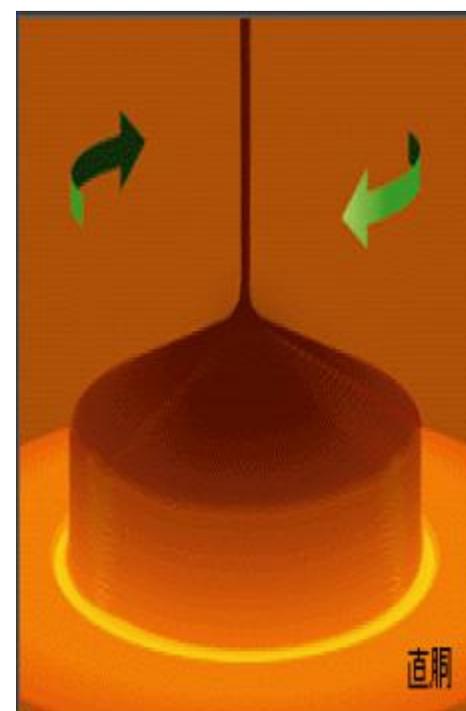
従来の回転引き上げ法による単結晶育成の様子



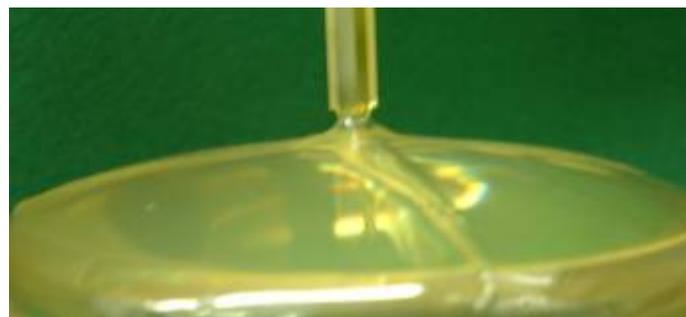
種結晶を液面に浸す



適温を見つけ上げる

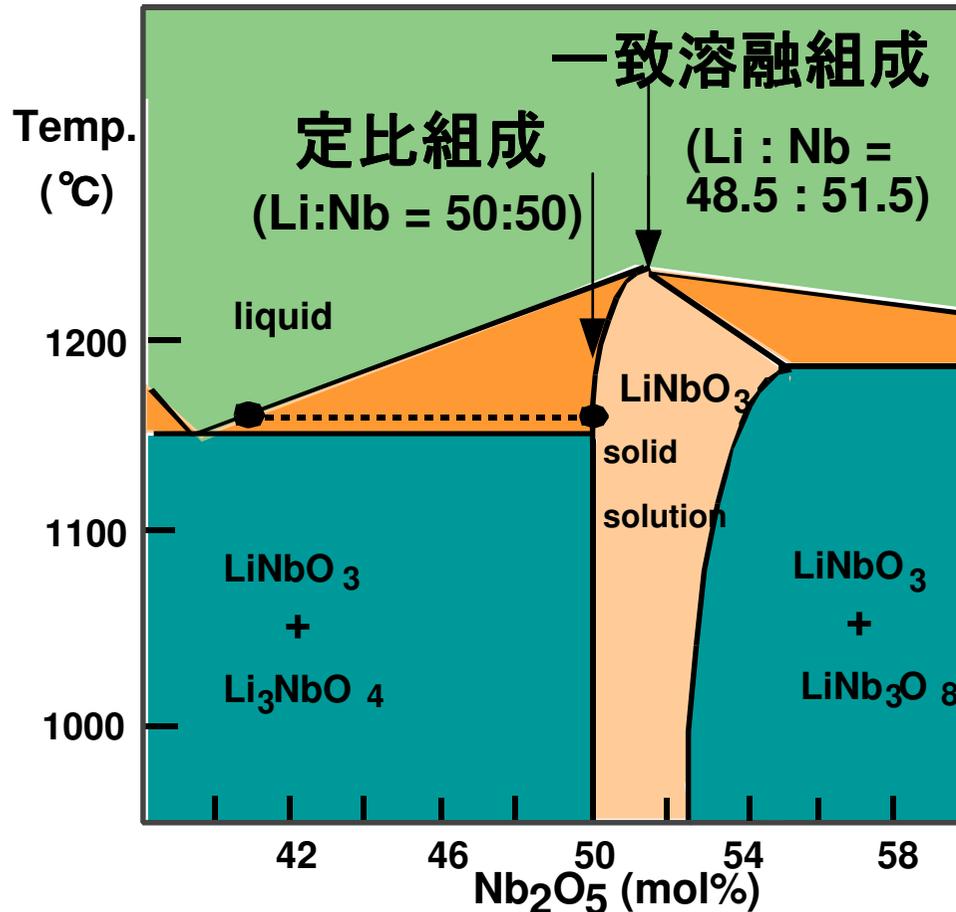


温度をコントロールしながら
引上育成（自動制御）



**従来の量産技術では
融液組成と結晶組成が
一致していることが大切！**

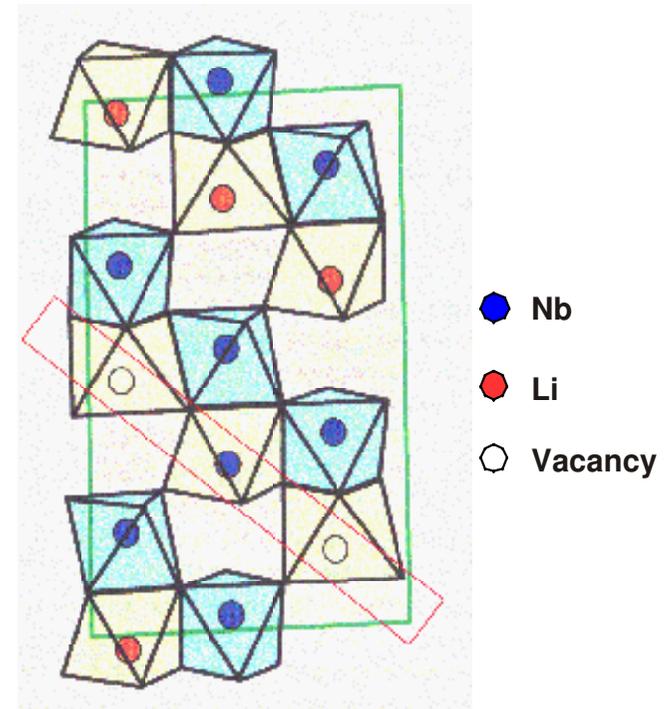
従来の一致熔融組成 $\text{Li}_1\text{Nb}_1\text{O}_3$ 単結晶の問題点



従来結晶の組成
(Li_{0.95}, Nb_{0.01}□ 0.04)NbO₃



従来結晶の中に現れる欠陥
(原子配列の乱れ)

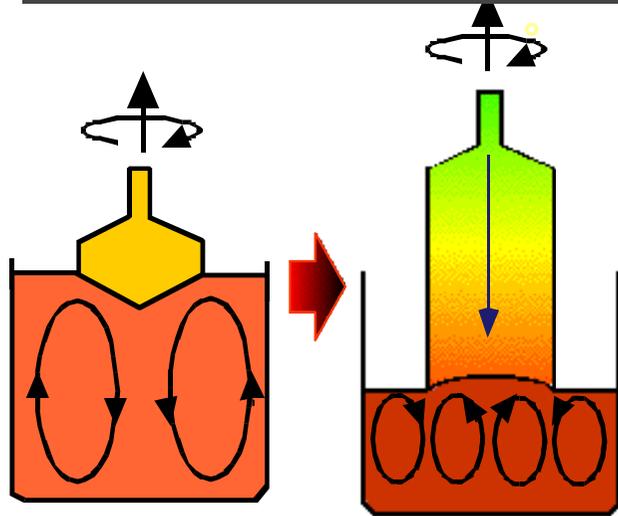


市販されている材料には
極めて多量の欠陥が含まれている。
単結晶育成法の制約から！
材料本来のもつ高機能発現が困難！

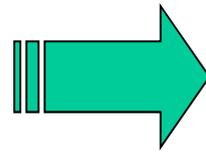
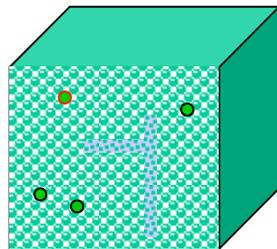
オキサイドが提供するマテリアルソリューション

従来方法における限界

均質結晶は一致溶融組成に限定
一定環境で育成ができない。



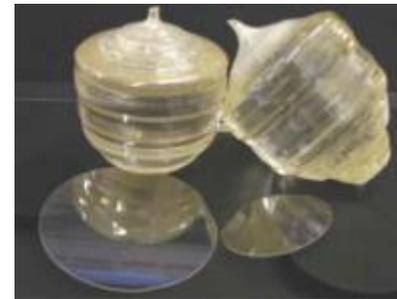
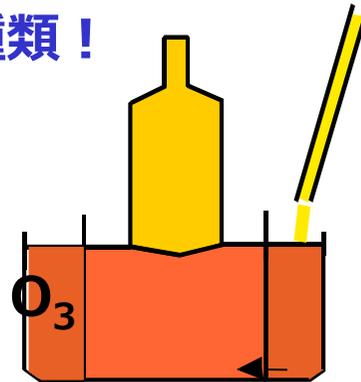
不不定比欠陥：千個に1個



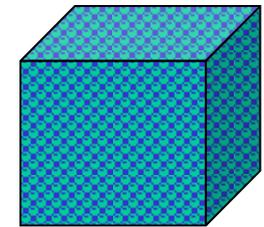
全自動原料供給二重坩堝法

組成に限定がない
常に一定環境で育成。

数千種類の材料で実用化されたのはわずか十数種類！



欠陥：10~100万個に1個以下



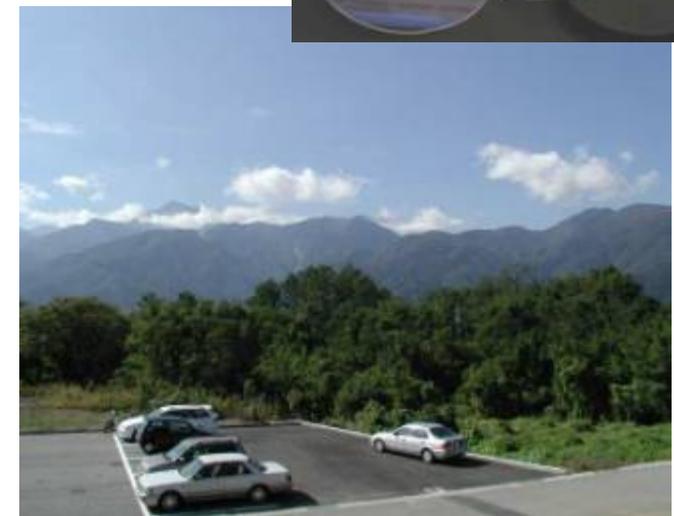
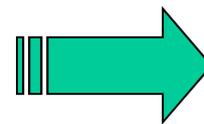
材料のブレークスルーは製造技術のブレークスルーから

ベンチャー企業設立と理念

- 理念:
1. 研究成果の社会への還元とキーマテリアルを世界に発信
 2. 顧客へのマテリアルソリューションを提供
 3. 未来の市場機会を創造する単結晶を核とした製品開発

山梨県での起業を決意

1. 基盤となる地場産業の存在
2. 安定した電力や水資源
3. 山梨県の地域振興への熱意
4. コーディネーターやVCのサポート



独立行政法人物質材料研究機構(つくば市)

オキサイド(山梨県小淵沢町)

起業直後の本社工場の様子



オキサイド本社

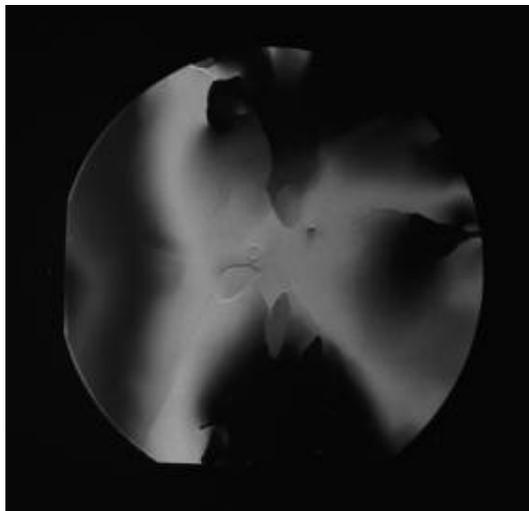


投資した製造設備



米国ベンチャー企業office(イメージ)

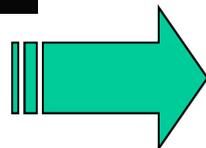
基礎研究の成果と実用化のギャップ



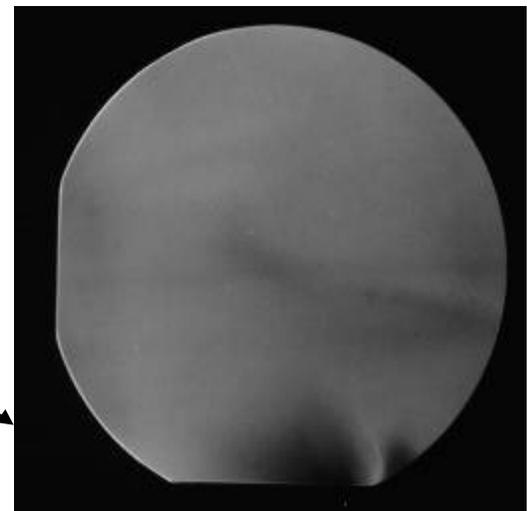
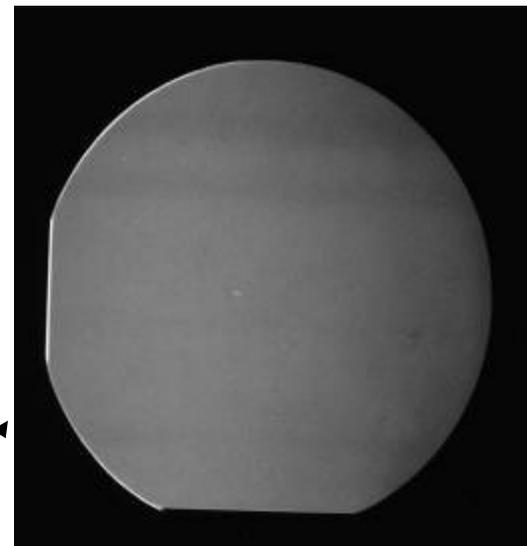
X-ray トポ写真



国立研究所
開発初期歩留 ~10%



高品質化されたSLT単結晶
歩留 >95%



研究開発戦略

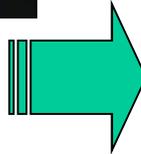
Phase I. 独自技術を製造装置に確立 製品の高品質化と高歩留化



バイオ・計測・通信
デジタル家電用LiNbO₃



バイオ・計測
家電用LiTaO₃

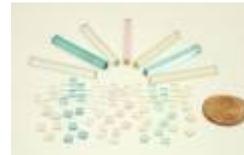


「新技術・新製品賞」中小企業庁長官賞
「日本結晶成長学会技術賞」
「つくばベンチャー大賞特別賞」「もの作り300社」
「創業ベンチャー国民フォーラム会長賞」

Phase II. 装置の高度化と新材料開発 委託開発や共同研究を活用した新展開



光情報通信用
KN、SBN単結晶
(家電メーカー、N社等)



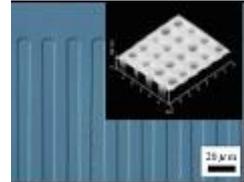
医療・加工・デジタル家電用
Nd:YVO₄単結晶
(分子研、R社、H社)



紫外レーザ用
CLBO, BBO単結晶他
(大阪大学、他)



医療・計測用
シンチレータ単結晶
(米国立研究所)



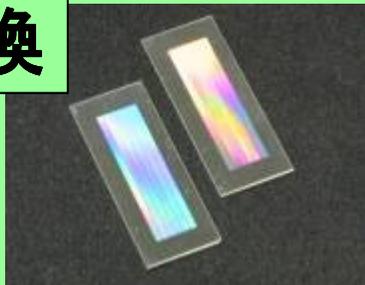
通信・バイオ・計測用
ドメインエンジニア素子
(三菱電線から事業買収)



加工・自動車応用
単結晶-セラミックスコンポジット
(C社、T社他)

結晶製品群

変換



PPLN,PPLT



BBO



SBN



DAST



BGO



TeO2



CLBO

Phase I. 独自の製造技術を確立
製品の高品質化と高歩留化



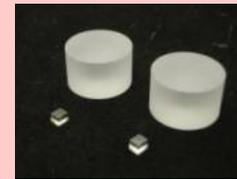
SLN



SLT



Yb:YAG



LSO,GSO,LYSO



BSO



GdVO4,YVO4

CZ、FZ、TSSG、VB、EFG法等



制御

依託開発

弊社単結晶の各種応用分野

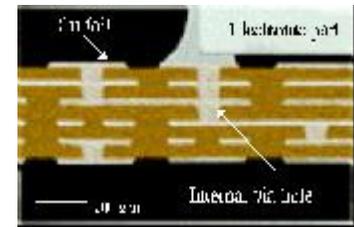
紫外～可視～赤外光領域の広範囲な応用分野

デジタル家電



特徴ある高性能単結晶材料を提供
マテリアルソリューション提供・委託研究開発
材料～デバイス～システムの事業提携

微細加工



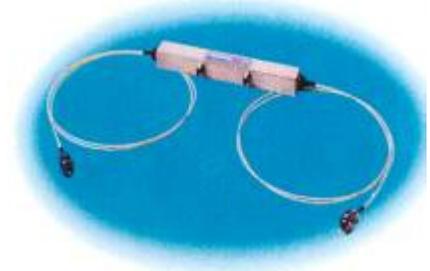
医療・バイオ



光情報処理



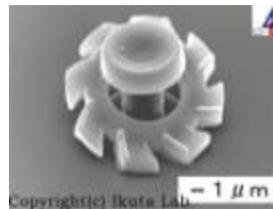
超高速・大容量光通信



光造形



ナノ加工



医療用画像処理



テラヘルツ分野



製造体制の強化と新たな事業展開

本社工場移転(2004年10月購入)、北杜市誘致企業第一号認定
土地: 2000坪、建物: 800坪,



新事業参入と事業拡大

日本経済新聞
5月25日
木曜日

単結晶材、品種を拡充

通信機器などに用いる単結晶材料を製造するオキサイド(山梨県北杜市、古川保典社長)は、化学肥料大手の多木化学から結晶事業を買収した。電気やガスのセンサーに使う素

オキサイド

材として新たに加え、競争力に直結する品種の数を増やす。多木化学の顧客を引き継ぐほか、センサーを多用する自動車分野を中心に新規受注の獲得にもつなげて、成長を加速させる。

多木化学の事業買収

設備や製造技術を含め 出資する投資ファンドから三月に事業を買取った。今年初めに譲渡した一た。買収金額は明らかに 億円の資金の一部を充てしていないが、豊田自動 既に機械の移設を終機機などトヨタ系企業が えており、六月をメドに

車分野に重点

本格的に稼働させる。新たに生産を始めるのは二酸化テールとヒスマス酸ゲルマニウムという二種類の酸化物の単結晶。いずれも電気やガスなどを検出したり、安定した供給を制御するセンサーの役割は増すと



結晶製造装置の移設を終え、本格的に稼働

光部品製造に参入

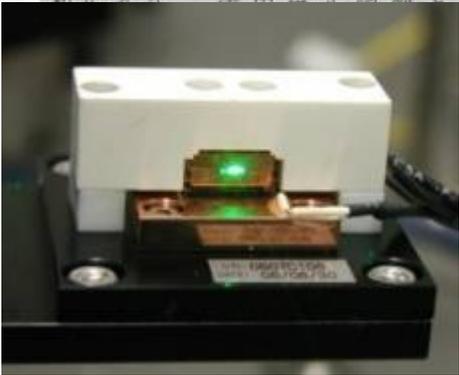
三菱電線工から事業買収

オキサイド、成長を加速

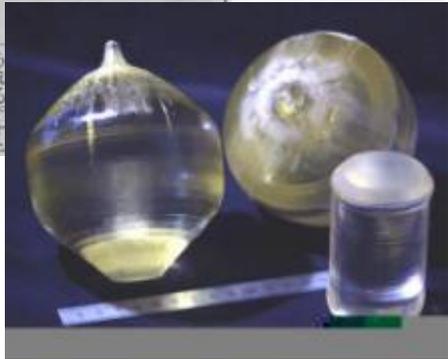
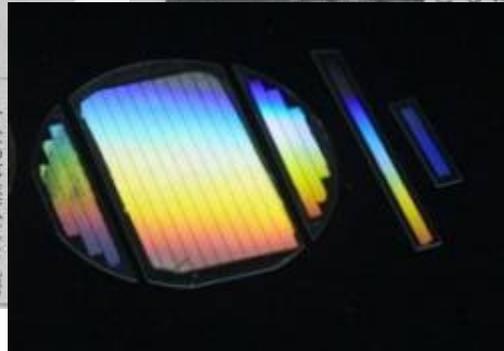


クリーンルーム内に製造装置を設置した

通信機器向けの単結晶を製造するオキサイド(山梨県北杜市、古川保典社長)は、光部品製造に参入する。電線業界中堅の三菱電線工から事業を買収。本社工場内にクリーンルームを新設して設備を導入した。これまででは光部品の販売を主力としていたが、素材を単結晶の製造販売まで事業領域を拡大して成長を加速させる。



今後の事業拡大を見据えて本社に隣接する約二平方分の土地も買収した。事業買収の金額は明らかにしていないが、クリーンルーム新設や土



オキサイドの事業買収

STEP II 光モジュール事業展開

オキサイド保有技術

単結晶育成技術



Crystal Growth

デバイス技術



PPPSLN / PPSLT

+

モジュール技術

光学設計技術



Optical Design

パッケージング技術

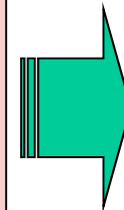


YAG Welding Seam Welding

低損失接続技術



Low Loss Coupling



各種センサ



各種モジュール



各種制御器

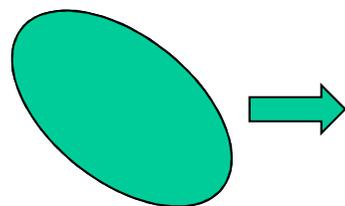
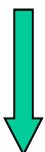


デバイス技術

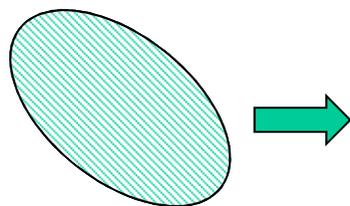
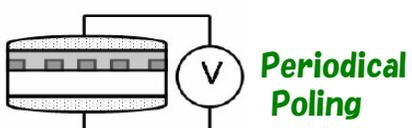
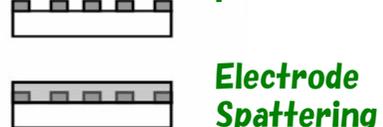
(強誘電体材料の分極反転)



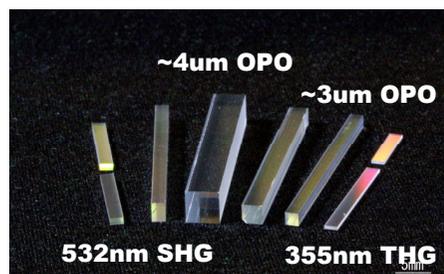
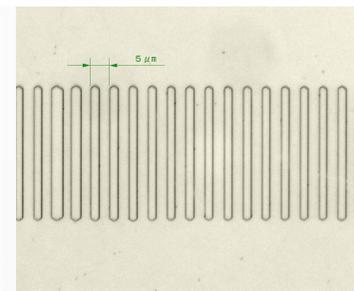
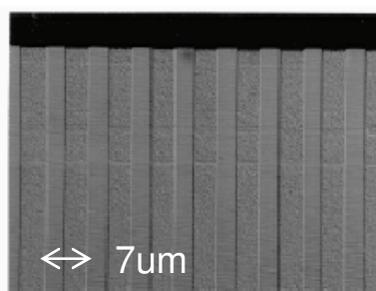
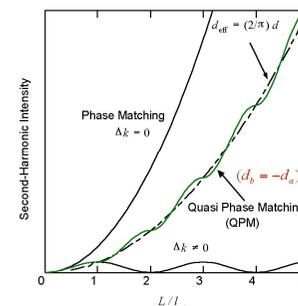
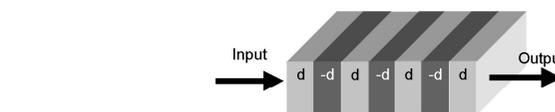
LN·LT Growth



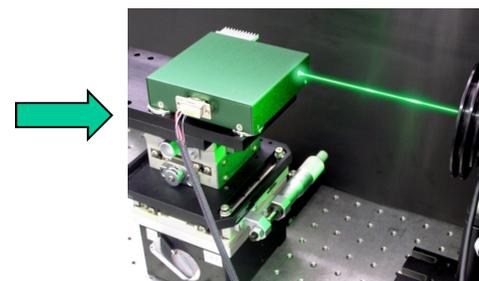
LN·LT Wafer



PPLN/LT Fabrication



Chip



Unit

モジュール技術

光ファイバー調芯・アセンブリを中心に以下の技術を有しております

電動偏波
コントローラ



レセプタクル
モジュール



波長可変
光源モジュール



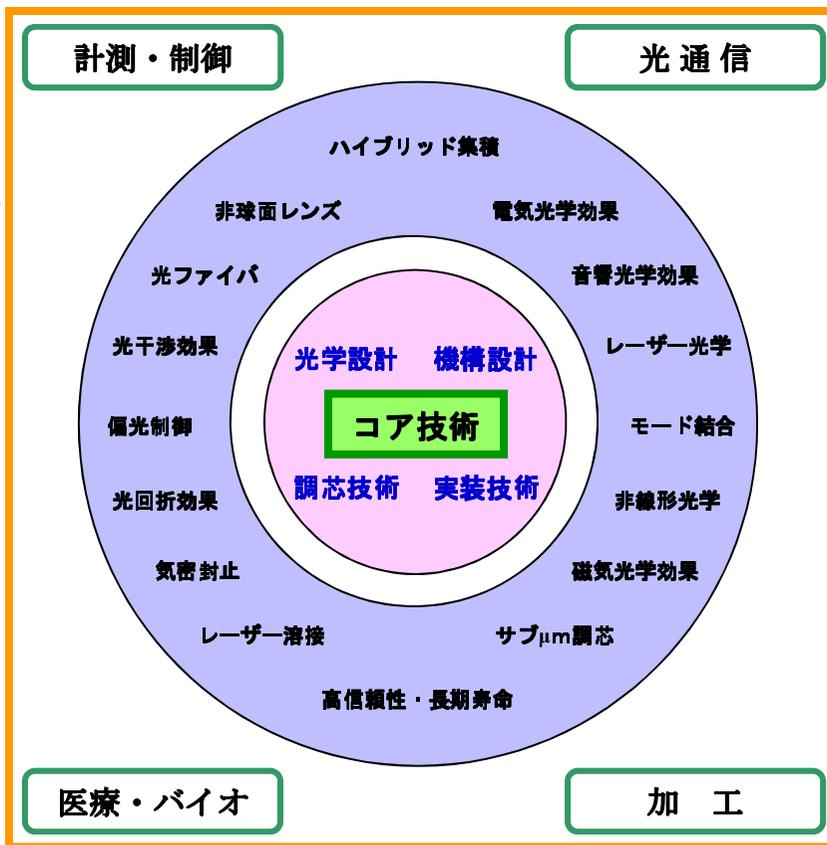
マイケルソン
干渉計

波長変換
モジュール



計測・制御

光通信



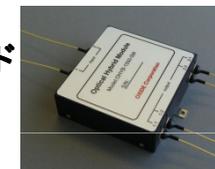
医療・バイオ

加工



マルチレート
干渉計

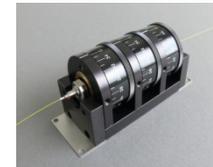
光ハイブリッド



タンデム型波長可
変フィルタ



手動偏波コン
トローラ



光ディレイライン

OXIDE

Supplying the material solutions companies



*Contact: Yasu Furukawa
furukawa@opt-oxide.com*

*www.opt-oxide.com
+81-551-20-5353*

お客様の商品開発を結晶材料面からお手伝いします

ご提供の内容

- ・弊社が有する技術ノウハウや設備をご提供いたします
- ・弊社ラインナップ製品の性能を向上してご提供いたします
- ・弊社ラインナップにない商品を新たに開発して追加いたします
- ・物性把握や育成可能性調査を目的とした結晶の試作をご提供いたします
- ・開発材料を優先もしくは独占供給させていただきます
- ・助成金等を活用した研究開発に共同開発者として協力いたします

新製品(素材)開発
優先/独占供給
助成金獲得支援

これによりお客様の問題を解決いたします

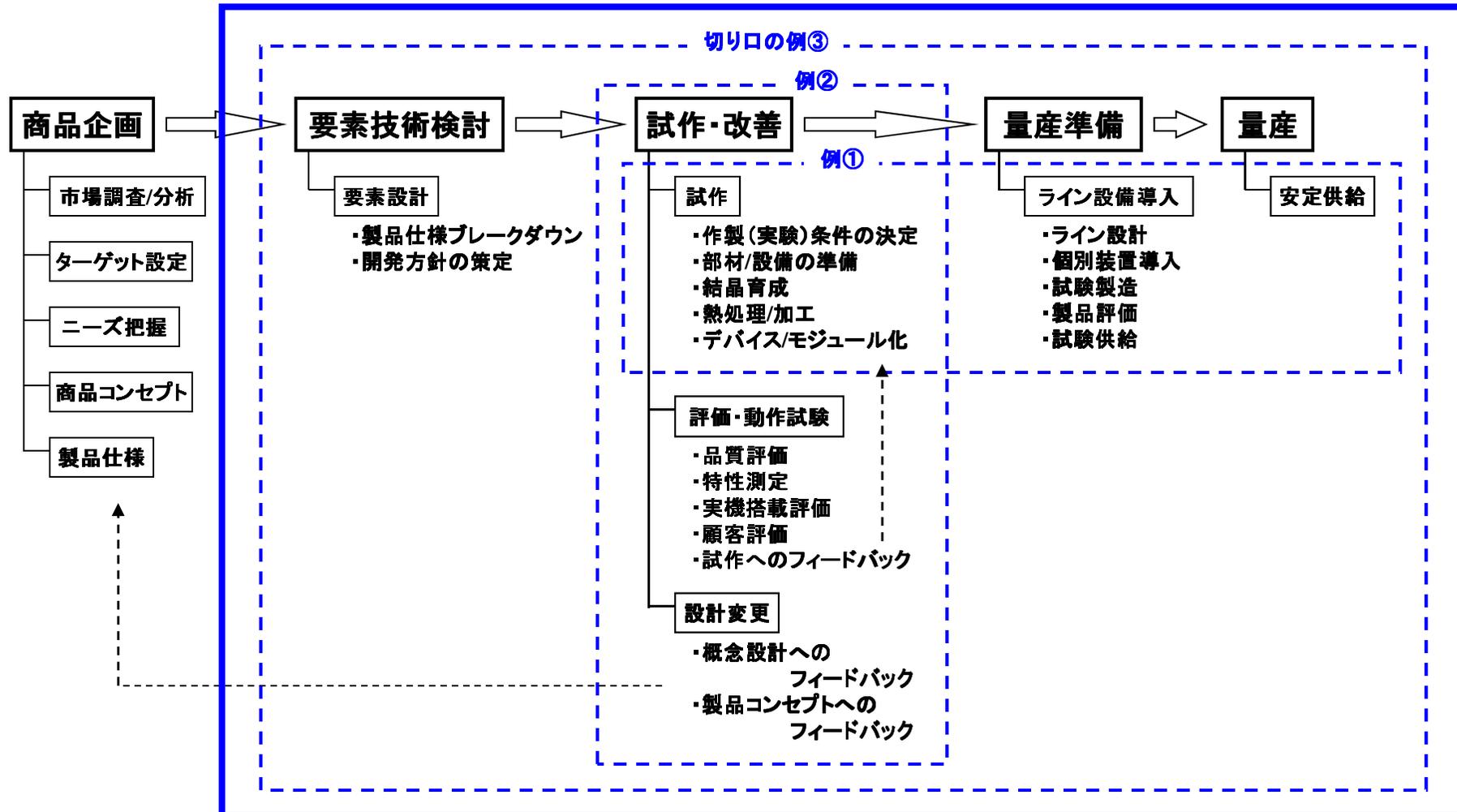
- ・弊社リソース活用による開発期間の短縮
- ・開発投資(設備・不要実験)の低減
- ・事業品質(商品性能、コスト力)の向上

時間
コスト
品質

製品開発プロセス

状況に応じて様々な切り口で貴社の製品開発をお手伝いします

OXIDE cover area



支援形態①機器・装置の性能向上

高機能結晶素材による機器・装置の性能向上をお手伝いします

対象となる機器・装置の例

- ・半導体検査装置、プロジェクタ、レーザー加工機、医療機器、他

活用技術

- ・酸化物結晶の育成技術(NIMS・日立金属・東芝・大阪大学・東北大学・信州大学・湘南工科大学・多木化学・三井化学・三井金属・NEC・NEL・他)
- ・熱処理/加工技術(NIMS・Stanford大学・日立金属・東芝・三井化学・他)
- ・材料評価技術(日立金属・NIMS・Stanford大学・三菱電線工業・他)

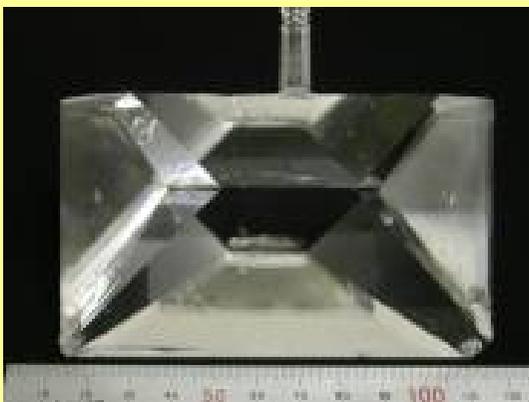
補助金・助成金の活用ご支援

- ・経済産業省、NEDO、JST、その他において10件以上の活用実績
- ・コンサルティング(提案、運用、報告)、共同参画など

①機器・装置の性能向上(実施例)

一例としてCLBO結晶の開発についてご紹介します

ベース技術(TSSG法)

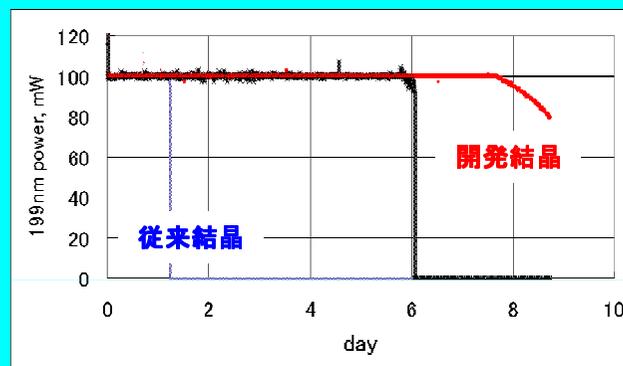


CLBO結晶



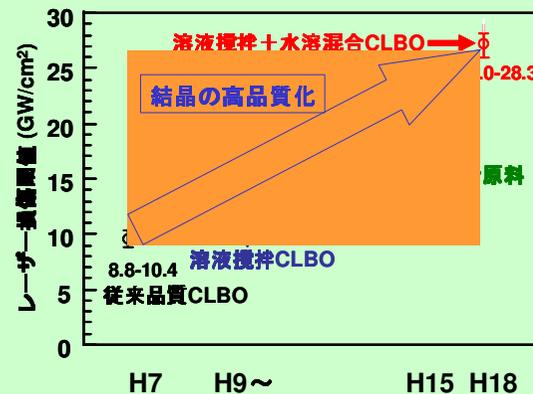
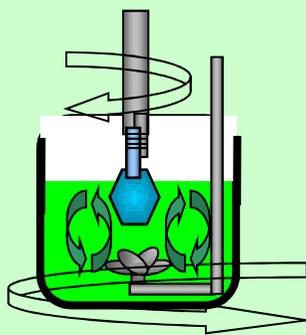
装置外観

装置性能(寿命)の大幅向上



ライセンス
技術移管

大阪大学 水溶原料合成法・溶液攪拌法



支援形態②デバイス・モジュール開発支援

素材の見直しまで含めた形で技術開発をお手伝いします

対象となるデバイス・モジュールの例

- ・光学部品：共振器モジュール、波長変換モジュール、変調モジュール
- ・圧電部品：圧力センサーデバイス、ピエゾモジュール
- ・シンチレーション部品：放射線検出モジュール

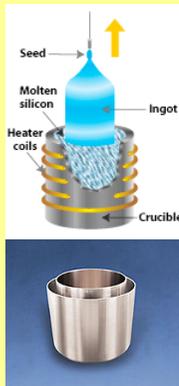
活用技術

- ・強誘電体材料の分極反転技術（三菱電線工業）
- ・アセンブリ技術（応用光電）
- ・光アイソレータ技術（日立金属）

②デバイス・モジュール開発支援(実施例)

一例としてファラデー結晶の開発についてご紹介します

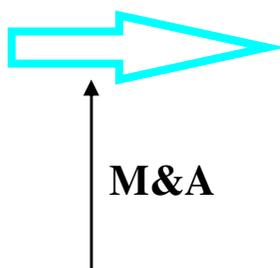
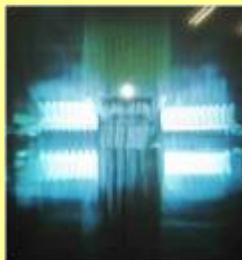
ベース技術(FZ法・CZ法)



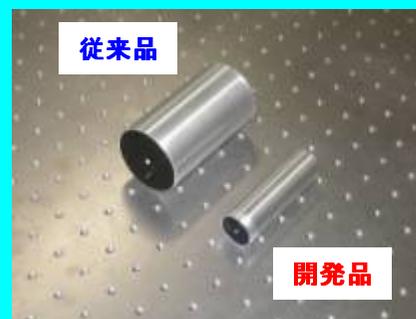
装置外観(CZ法)



装置外観(FZ法)



光アイソレータデバイスの小型化



モジュール外観



日刊工業新聞2010.1.19

応用光電 ・アセンブリ技術



低損失接続技術



YAG Welding



Seam Welding

日立金属 ・光アイソレータ技術



ベルデ定数測定装置

支援形態③素材製造技術支援

素材製品の性能・品質向上、コスト低減をお手伝いします

対象となる材料の例

- ・電気光学・波長変換:LN、LT、KN、SBN、CLBO、BBO、LBO、KTP、他
- ・レーザー:Nd:YAG、Nd:YVO4、他
- ・圧電:LGS、LGT、BTO、他
- ・その他:KT、フォルステライト、サファイア、半導体材料、他

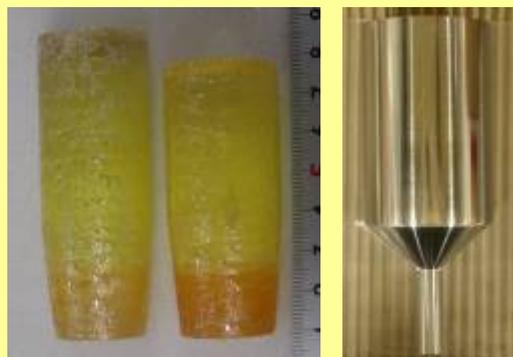
備考

- ・①～③の全てにおいてOEMや優先供給/独占供給も対応可能

③素材製造技術支援(実施例)

一例としてBSO結晶の開発についてご紹介します

ベース技術(VB法)



圧電材料(社内開発)

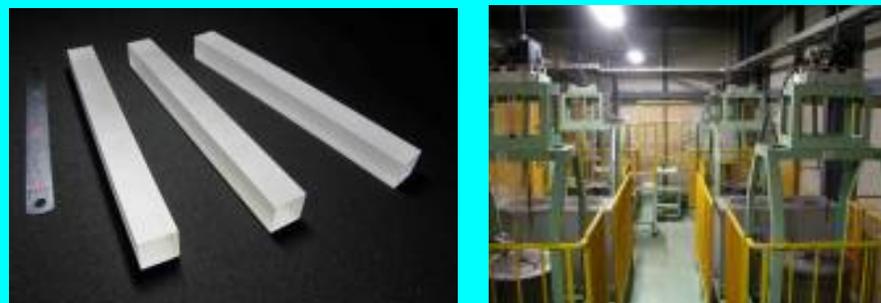


実験装置



技術
指導

高性能BSOシンチレータ量産技術構築

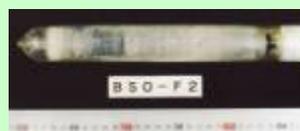


信州大学
・VB技術



装置と開発材料

湘南工大
・VB技術



BSO結晶

フューテック
・VB装置技術



▲ BSO単結晶育成装置

設備一覧表

結晶・デバイス・モジュールの製造・評価に関して以下の設備を有しています

【結晶の育成・加工・評価】

- ・ X線回折(トポグラフ、ラウエ、等)
- ・ 熱分析
- ・ 微小光吸収測定
- ・ 微小光散乱測定
- ・ 吸収スペクトル測定
- ・ 強誘電体分極の反転電圧測定
- ・ 波長変換特性評価
- ・ レーザー光照射耐性評価
- ・ 各種雰囲気での熱処理
- ・ 加工処理(切断、研磨)
- ・ ケミカルエッチング処理
- ・ 低湿度環境

【デバイス・モジュールの製造・評価】

- ・ シーム溶接機
- ・ YAGレーザー溶接機
- ・ 光ファイバー調芯系
- ・ 各種波長帯レーザー光源
- ・ 熱衝撃環境試験
- ・ 温湿度環境試験
- ・ 波長変換特性寿命試験
- ・ 波長分散評価(光通信部品)
- ・ クリーンルーム環境
- ・ フォトリソグラフィ
- ・ 挿入損失、伝搬損失、消光比測定
- ・ ベルデ定数など各種光学特性測定

5. 本社工場

本社工場移転(2005年5月購入)、北杜市誘致企業第一号認定
土地: 3000坪、建物:1300坪



6. 技術リソース・人的リソース

国立研究所の結晶成長技術に民間企業のデバイス・モジュール技術を融合

NIMS + 日立金属・東芝・NEC・多木化学・三井化学

結晶育成

結晶開発サービス

デバイス

モジュール

三菱電線工業 + NIMS・分子科学研究所

応用光電 + 日立金属

(技術者の主な出身企業)

日立金属・東芝・三井化学・三井金属・SONY・富士通・カンタムデバイス
日本メクトロン・NELクリスタル・住友大阪セメント・サンテック・エプソン

(社外アライアンス)

大阪大学

信州大学

NIMS

早稲田大学

湘南工科大学

九州大学

山梨大学

分子科学研究所

東北大学

Stanford大学

7. 実績サマリー

<u>業種</u>	<u>委託主</u>	<u>要件</u>	<u>ソリューション</u>
半導体	A	検査用DUV光源の寿命改善	高UV耐性CLBOの実用化
通信	B	超高速超小型光偏向器の実現	高EO性能材料の実用化
通信	C	小型光アイソレータデバイスの実現	高ファラデー性能材料の実用化
家電	D	白色LED用蛍光材料の低コスト化	新製造法による可能性検証
計測	E	高性能レーザー結晶の安定供給	FZ法による量産技術構築
エネルギー	F	高性能シンチレータ材料の量産供給	高品質BSO結晶の量産技術構築
電機	G	DUV光源の高性能化	紫外用非線形光学結晶の長寿命化
化学	H	ファイバーレーザー用アイソレータ開発	新ファラデー性能材料の探索
精密	I	自動車用センサ材料の開発	圧電材料の高性能化
半導体	J	半導体検査装置の高性能化	長寿命CLBOの製造技術開発
家電	K	緑色光源用波長変換素子の開発	デバイス設計と試作
家電	L	RGB光源用SHG素子の安定供給	LN単結晶とデバイスの量産化
通信	M	次世代通信用モジュールの開発	ファイバーモジュールの設計試作
	その他		

OXIDE

Supplying the material solutions companies



*Contact: Yasu Furukawa
furukawa@opt-oxide.com*

*www.opt-oxide.com
+81-551-20-5353*

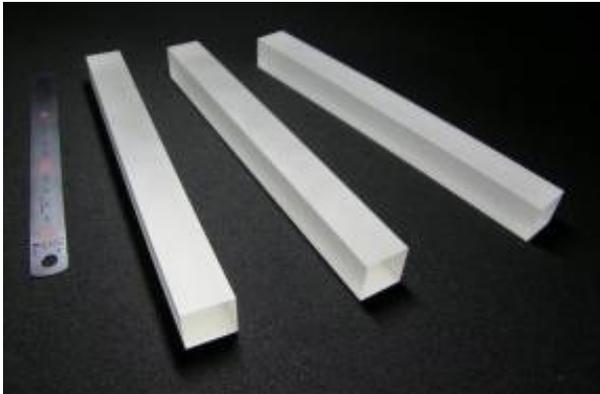
New!

“BSO is now available for High Energy & Nuclear Physics Research”

Large-size BSO now available for the first time on a commercial scale from OXIDE. Try this unique scintillator crystal, for a breakthrough in your research.

BSO Advantages:

- three times as fast response and better radiation hardness than BGO
- absence of hygroscopicity and shorter radiation length than CsI
- ten times more light output than PWO



【Scintillators for High Energy and Nuclear Physics Research】

Scintillator	Decay	Density	Light yield	Hygroscopicity	Cost
$\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$ (BSO)	○	○	○	○	○
$\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO)	△	○	○	○	○
BaF_2	△	△	○	○	○
NaI: Tl	△	×	○	×	○
CsI: Tl	×	△	○	△	○
CsI	○	△	○	△	○
PbWO_4 (PWO)	○	○	△	○	○
Lu_2SiO_5 : Ce (LSO)	○	○	○	○	×
Gd_2SiO_5 : Ce (GSO)	○	○	○	○	×

○: excellent △: fair ×: poor

OXIDE

Oxide Corporation

1747-1 Makihara, Mukawa, Hokuto, Yamanashi, 408-0302 JAPAN

(Tel) +81-551-26-0022, (Fax) +81-551-26-0033, (Contact) H.Fukube, M.Miyauchi, A.Senda

(E-mail) Sales@opt-oxide.com, (URL) <http://www.opt-oxide.com/english/index.html>

【Physical properties of BSO】

- Effective atomic number: 73
- Density : 6.80 (g/cm³)
- Radiation length : 11.5 (mm)
- Peak emission : 480 (nm)
- Decay constant (nsec): 99(82%), 26(12%), 2.4(6%)
- Radiation hardness : 10⁵-10⁶ (rad)
- Refractive index : 2.06
- d(LY)/dT : -2 (%K)
- Cleavage : No
- Hygroscopicity : No
- Hardness (Mohs) : 6
- Melting point : 1300 (K)

(M.Ishii et.al, Optical Materials 19(2002)201)

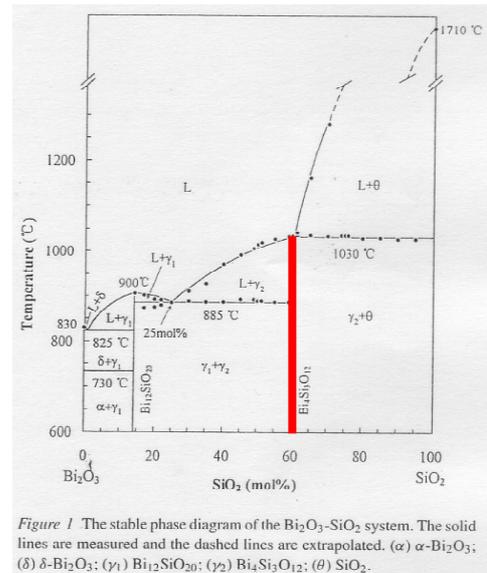


Figure 1 The stable phase diagram of the Bi₂O₃-SiO₂ system. The solid lines are measured and the dashed lines are extrapolated. (α) α-Bi₂O₃; (δ) δ-Bi₂O₃; (γ₁) Bi₁₂SiO₂₀; (γ₂) Bi₄Si₃O₁₂; (θ) SiO₂.

(Phase diagram)

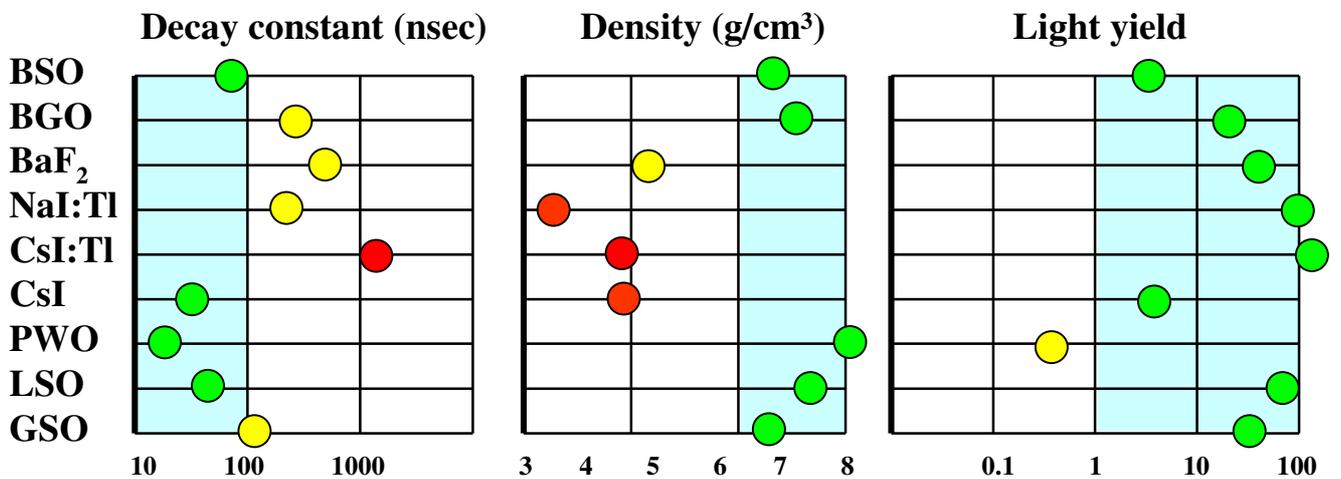
【Relative scintillation characteristics】

Scintillator	Decay time (nsec)	Density (g/cm ³)	Radiation length (cm)	Light yield (relative)
Bi ₄ Si ₃ O ₁₂ (BSO)	2.4/26/99*	6.80**	1.15**	0.25/0.5/3.4*
Bi ₄ Ge ₃ O ₁₂ (BGO)	300	7.13	1.12	21
BaF ₂	0.9/630	4.89	2.03	3.4/36
NaI:Tl	230	3.67	2.59	100
CsI:Tl	1300	4.51	1.86	165
CsI (pure)	6/35	4.51	1.86	1.1/3.6
PbWO ₄ (PWO)	10/30	8.3	0.89	0.29/0.083
Lu ₂ SiO ₅ :Ce (LSO)	40	7.40	1.14	83
Gd ₂ SiO ₅ :Ce (GSO)	56/600	6.71	1.38	30/3

C. Amsler, et al., Physics Letters B 667(2008)1

*M.Ishii, et.al, Optical Materials 19(2002)201

**H.Shimizu, et.al, NIMPR A 550(2005)258



(Blue region is suitable for High Energy Physics Research in the future)

New!

OXIDE is now ready for industrial-level BSO supply

<Crystal Growth>

BSO crystals are grown using the Bridgeman method. Because this is an incongruent growth method, it was impossible, up until now, to manufacture a large-sized, high quality BSO crystal at a high yield rate. Oxide is a spin-off technology company of NIMS, (National Institute for Materials Science, of Japan), with a unique crystal growth technology based on continuous material feed. By applying this technology to BSO crystal growth, we have succeeded, for the first time in the industry, in commercial scale crystal production. Through our production experiences in laser crystals, we have established a technology to rigidly control the growth conditions and chemical composition of crystals. As a result, our BSO crystals have an outstanding radiation hardness and a very uniform scintillation performance.



<Processing>

For the purpose of high energy calorimeters, scintillation crystals need to be very large in size, i.e., several hundred mm in length and several dozen mm in cross section. Hundreds or even thousands of such large crystals are mounted on a single calorimeter. Additionally, each crystal must be precision finished in order to have an individual shape and taper angle. Our X-ray diffraction technology enables accurate sensing of crystal orientation and we cut and polish scintillation crystals to meet the most rigid customer specifications.

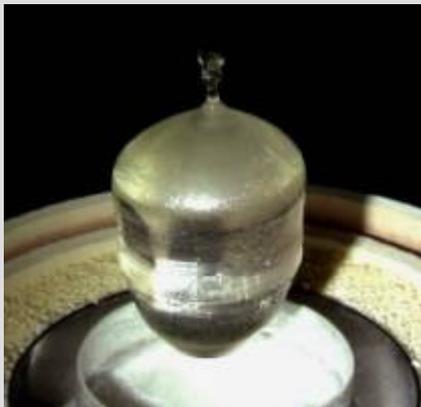


<Quality Control>

Customer satisfaction is Oxide's No.1 priority. We have obtained ISO9001:2008 certification from ANAB (ANSI-ASQ National Accreditation Board) in the U.S.A., one of the most authoritative accreditation bodies in the world. At each production stage, we have complete process control so as to fully meet customer product specifications. To stay ahead of the pack, Oxide Corporation is always looking for new ways to improve our everyday quality control and customer service.



OXIDE offers single crystal solutions



Stoichiometric LiTaO₃

Check out our richly-experienced seasoned engineers. Through a contract development, we will grow for you any new high-performance single crystals either for advanced industrial use or frontier research purpose.

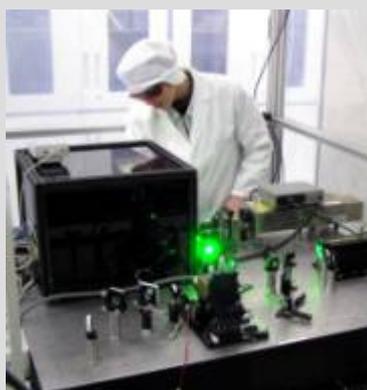
What crystal will you need?

- ✓ with novel performance
- ✓ with improved performance
- ✓ in material and shape not available in the market
- ✓ for evaluation of basic properties
- ✓ as substitute for existing materials

Contact us now !



Crystal growth unit of DCCZ (Double-Crucible Czochralski) method



Weak absorption measurement

Various crystal technologies to meet your needs

■Growth methods

DCCZ, CZ, TSSG, FZ, EFG, VB, etc.

■Single crystals

MgSLT/MgSLN, SLT/SLN, CLT/CLN, CLBO, BBO, LBO, KT, TeO₂, LGT, TGG, YVO₄, GdVO₄, BSO, BGO, and any other customized crystals

Versatile evaluation and analysis for quality control

■Equipment / methods

Photo-thermal interferometer, Spectrophotometer, X-ray diffractometer, Various laser sources, Prism coupling technique, DTA (different thermal analysis), etc.

Devices & modules based on our crystals are also available.

OXIDE

Oxide Corporation

1747-1 Makihara, Mukawa, Hokuto, Yamanashi, 408-0302 JAPAN

(Tel) +81-551-26-0022, (Fax) +81-551-26-0033, (Contact) H.Fukube, M.Miyauchi, A.Senda

(E-mail) Sales@opt-oxide.com, (URL) <http://www.opt-oxide.com/english/index.html>