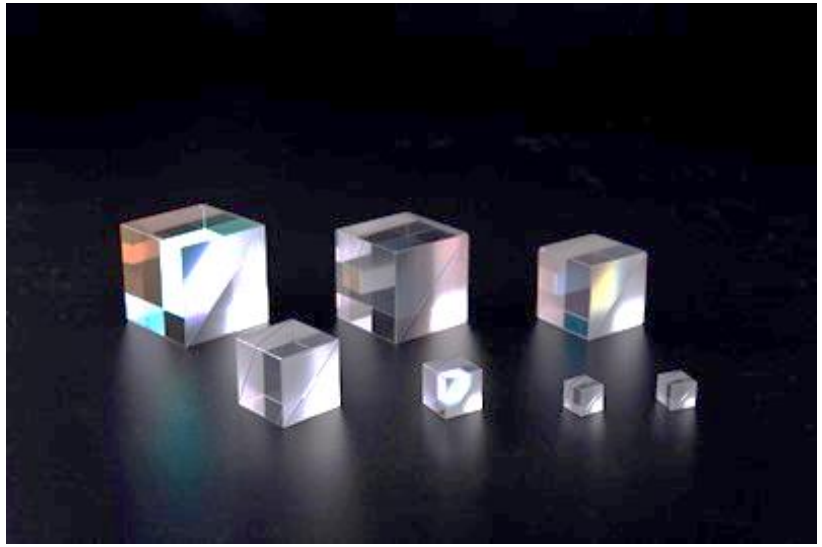
KYOCERA

THE NEW VALUE FRONTIER

光学部品の紹介



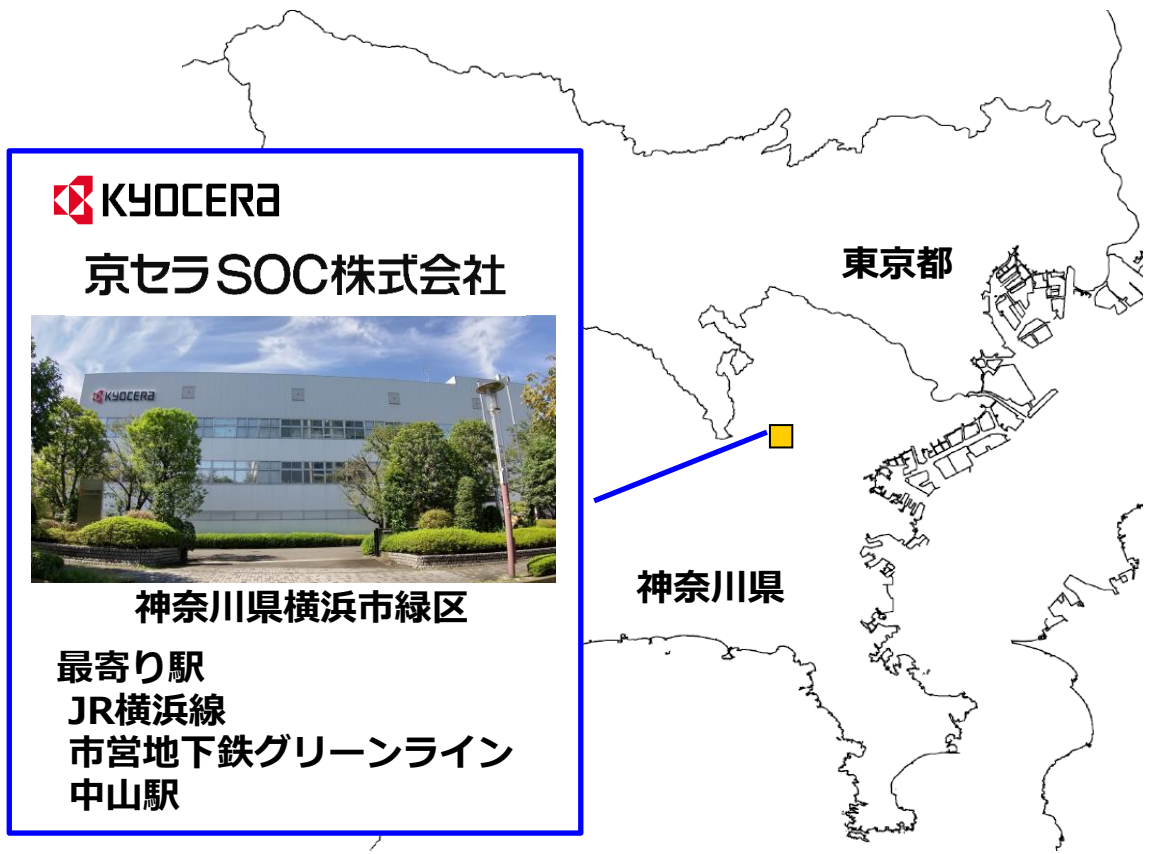
2023年7月5日
マイクロ固体フォトニクス研究会
第９回 レーザー学会「小型集積レーザー」専門委員会
自然科学研究機構　分子科学研究所　研究棟　201室

京セラＳＯＣ株式会社
第一技術部　永井俊介

会社概要

商　　号：京セラSOC株式会社
設　　立：１９５４年1月２８日（昭和２９年）
資 本 金　：５０百万円
売 上 高　：７７．９億円（２０２２年度）
従業員数　：２７５名（２０２３年4月１日現在）

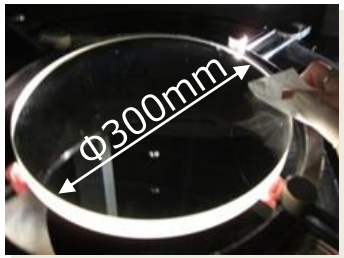
２０２０年6月　京セラ グループ入り
２０２０年１０月　社名変更



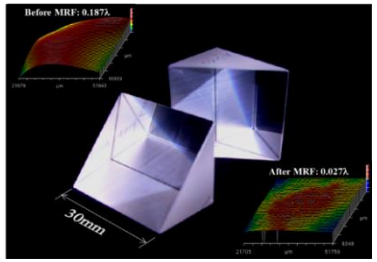
Confidential

光学部品の製品紹介

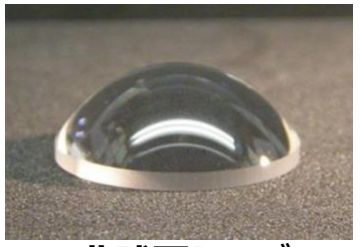
分野	用途	製品例
半導体関係	一括投影露光機 DUVレーザ発振器 ウェハ/マスク欠陥検査	高精度大口径レンズ、 DUV用ミラー、 ウインドウ、プリズム、 PBS、非球面レンズ
レーザ加工	溶接 ダイシング	高レーザ耐力ミラー、 反射率可変ミラー、 PBS、波長板
レーザ医療	歯科・眼科・美容 バイオ関係	高レーザ耐力共振器ミラー、 高性能分光フィルタ



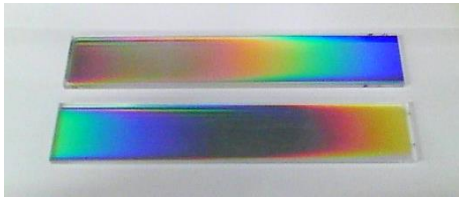
大口径レンズ



CaF_2 Prism


非球面レンズ

高レーザ耐力ミラー
（低散乱）


レーザ溶接用反射率可変ミラー

光学部品グループのコアコンピタンス

◎研磨

◎コーティング

◎接合

高性能分光フィルタ

Confidential

研磨

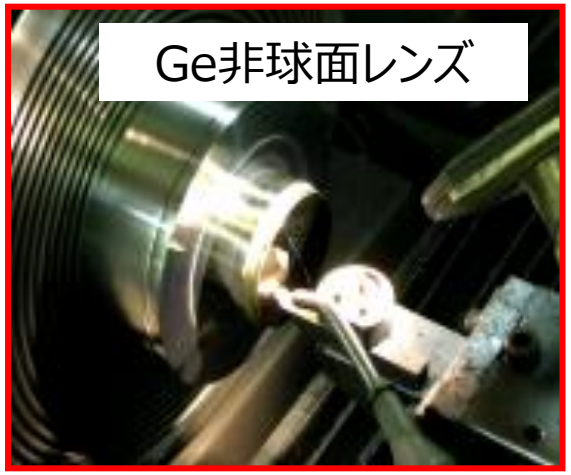
形状精度：～10nm PV

NC部分研磨

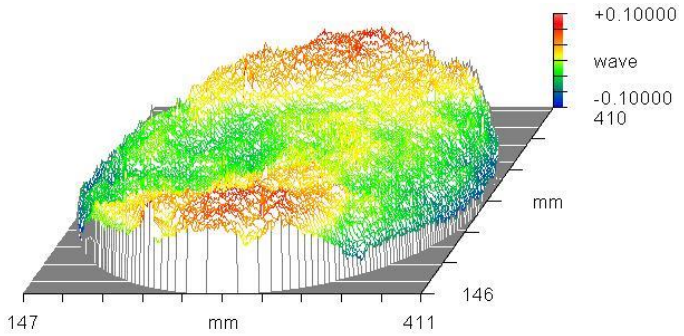
磁性流体研磨機（MRF）
Magnetorheological Finishing

研磨面粗さ：～0.1nm rms

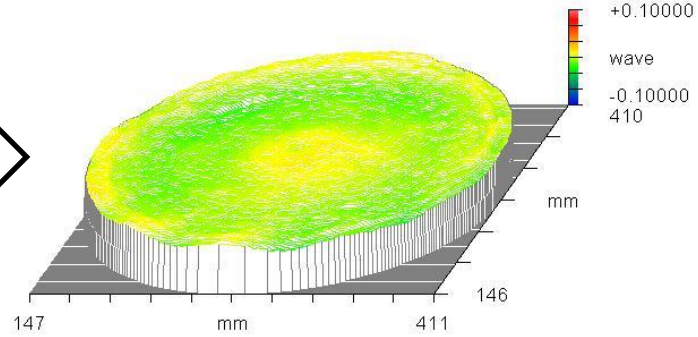
スティッチング干渉計



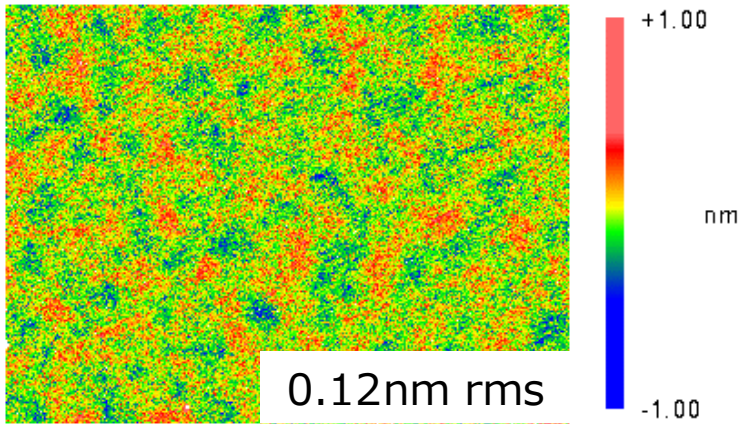
非球面切削(SPDT)



修正前　135nm PV
（Φ265mm）



修正後　20nm PV
（Φ265mm）



CMP
Chemical Mechanical Polishing

Confidential

コーティング

レーザ用途を中心に、深紫外から遠赤外まで半世紀以上の実績

◎高レーザ耐力

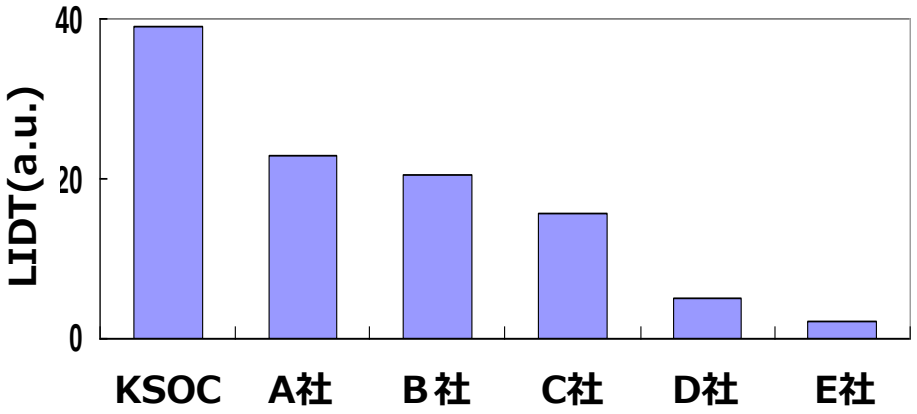
◎DUV用コート

（低損失/長寿命のフッ化物コート）

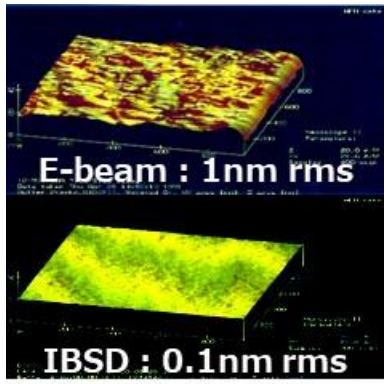
◎低損失ミラー

（R≧99.998%@1064nm）

15種類以上の膜物質と3種類の成膜法（EB,IAD,IBSD）で顧客ニーズに対応



レーザ耐力@1064nm



膜面粗さ

Cavity Ring Down Spectroscopy

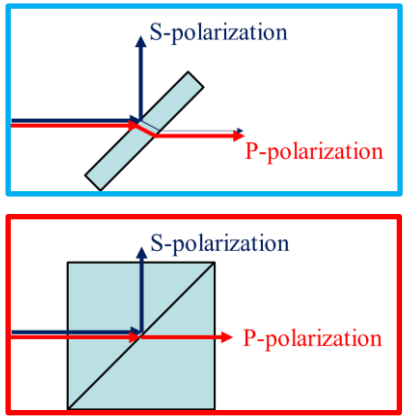
反射率測定

高レーザ耐力

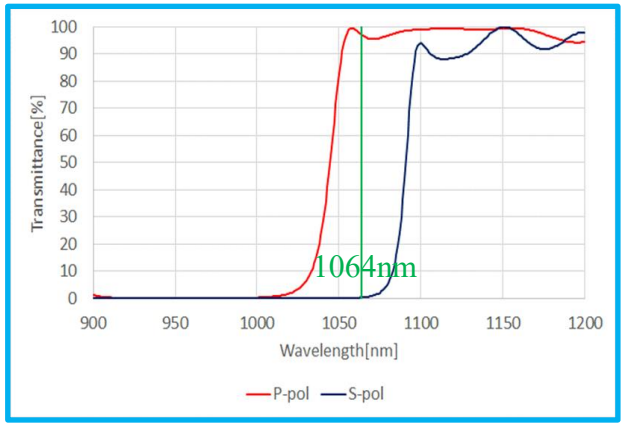
低損失ミラー

接合（オプティカルコンタクト）

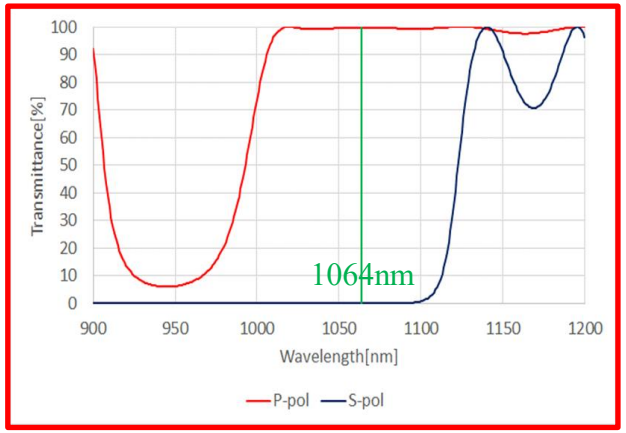
偏光ビームスプリッタ（PBS）
キューブタイプのPBSを開発するにあたり、オプティカルコンタクト技術に注力



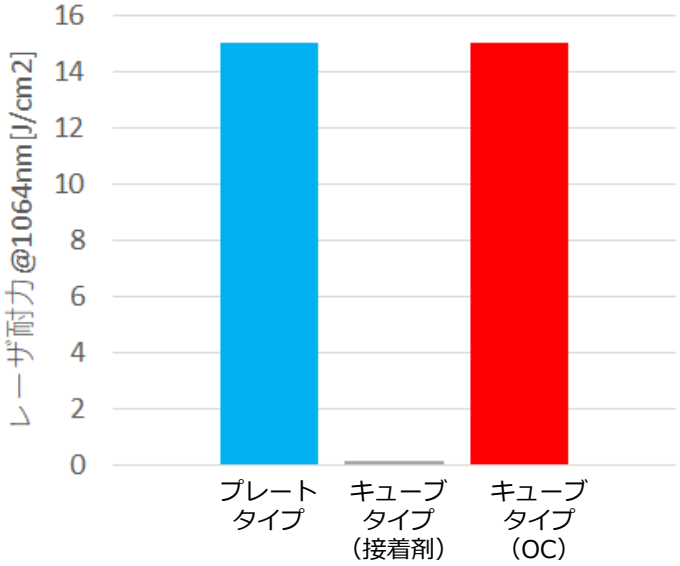
PBS概略図



プレートタイプPBS
分光透過率特性

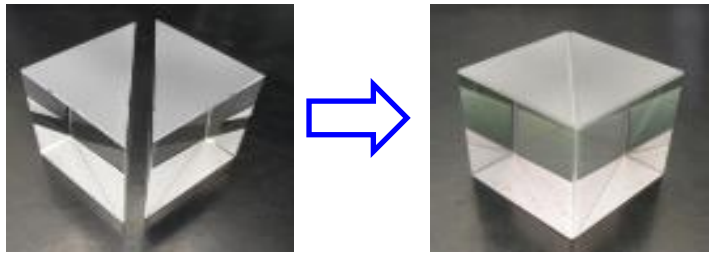


キューブタイプPBS
分光透過率特性



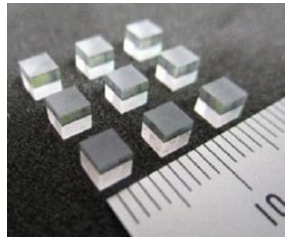
レーザ耐力@1064nm

弊社のオプティカルコンタクト製品の特徴
- 接着剤フリー（DUV～MIRの高出力レーザに対応）
- オプティカルコンタクト製品は、1998年（国内初）*から製造開始 （*当社調べ）



製作実績

形状	0.5mm~100mm
波長	190nm~3,000nm
硝材	合成石英、光学ガラス、CaF_2、サファイア、水晶

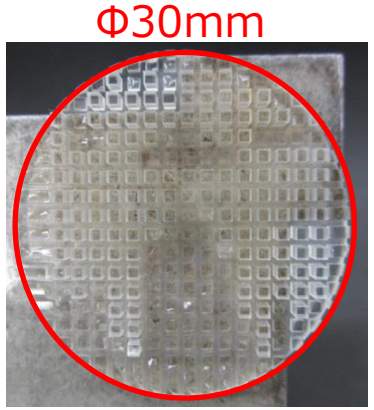


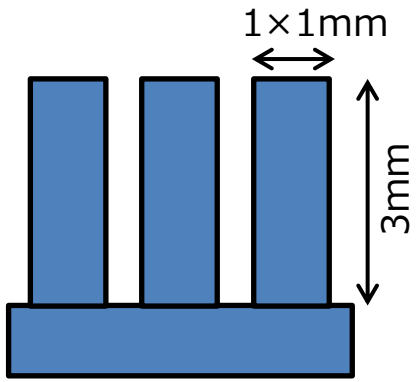
μPBS

Confidential

表面活性化接合（SAB）

表面活性化接合の導入を検討した。

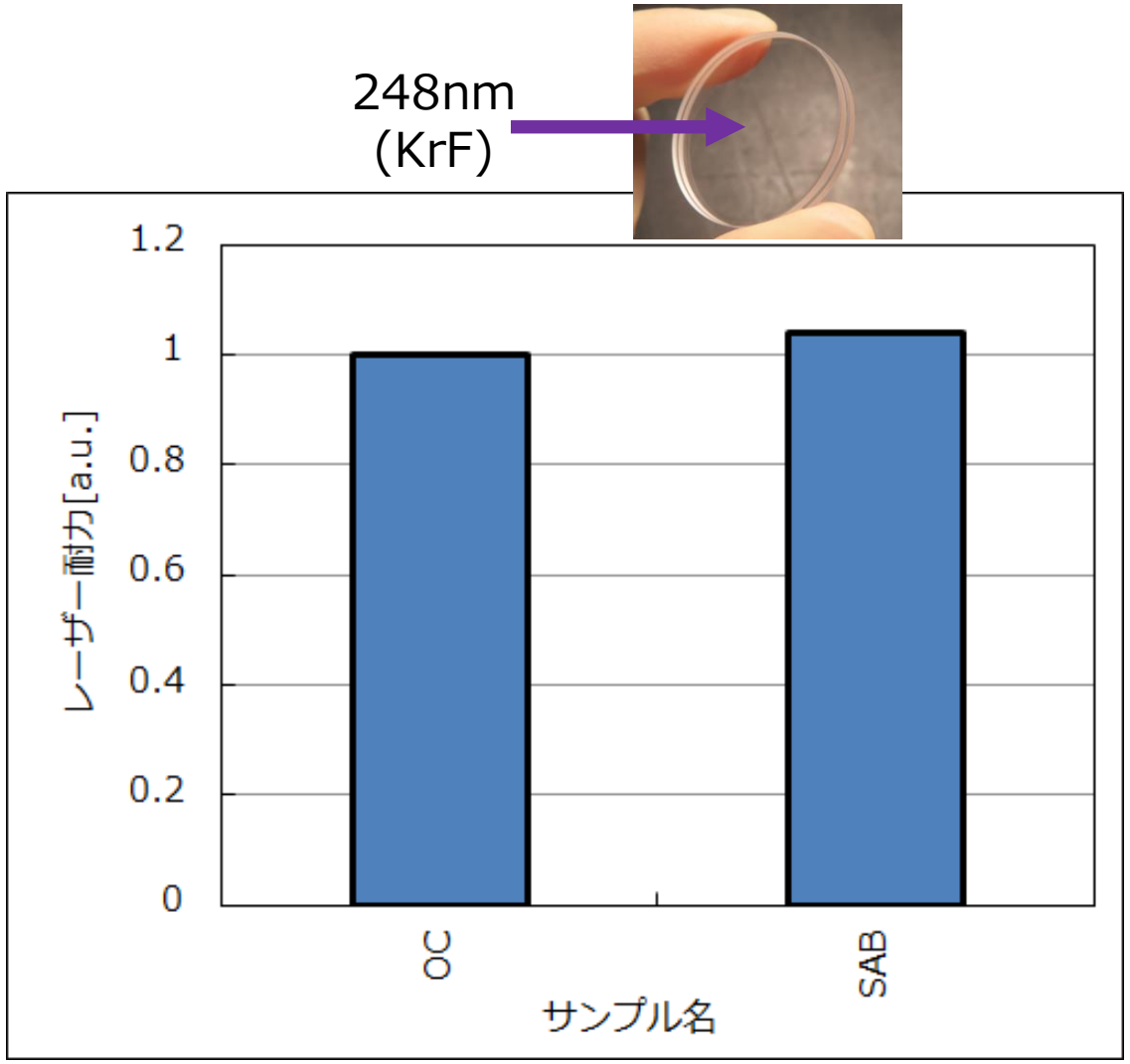




表面活性化接合のレーザ耐力の評価を行った。

評価条件

項目	内容
照射レーザ	248nm、10nsec、10Hz
基板材質	合成石英
コート	コート無し
接合方法	オプティカルコンタクト（OC） 表面活性化接合（SAB）



レーザ耐力試験結果

オプティカルコンタクトと表面活性化接合のレーザ耐力が同等であることが確認された。

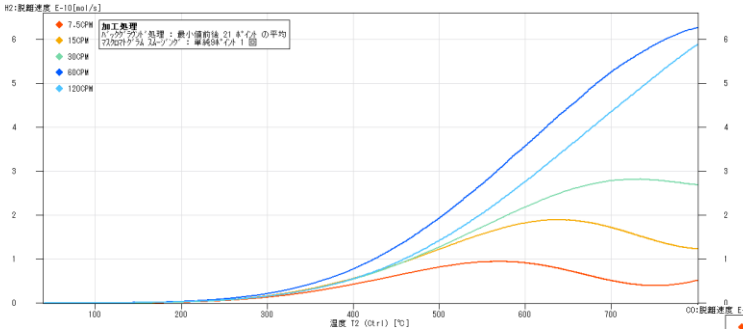
Confidential

表面活性化接合における異種材料接合の課題

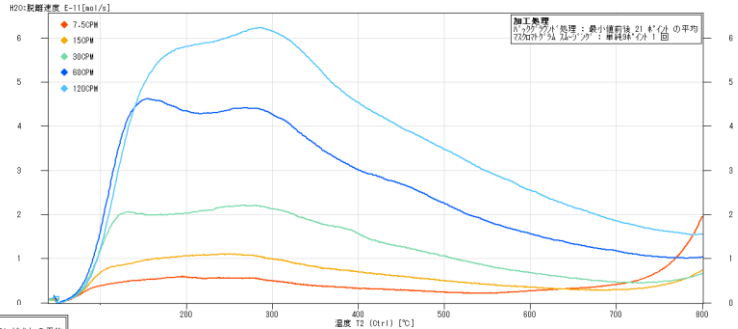
表面活性化接合工程：　N_2プラズマ&ラジカル処理　⇒　接合　⇒　アニール（150℃、10h）

課題：アニール工程にて異種材料の線膨張係数差によって剥離してしまう。
対策：低温アニールで時間を延ばす
アニール温度、時間を検討するため、表面活性化接合の活性化エネルギーを算出する。

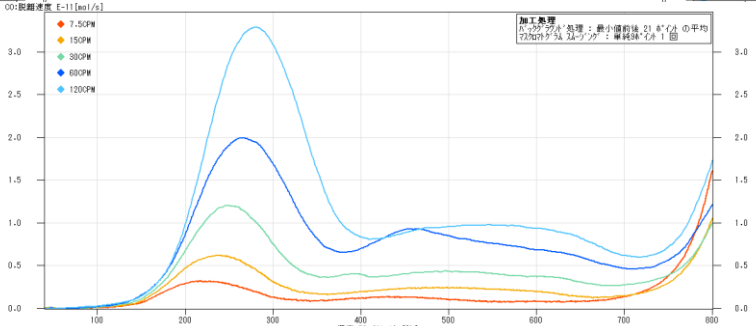
・アニールの反応を調査するため、プラズマ照射した基板*から発生するガスをTDS分析で特定
　⇒H_2、H_2O、N_2などの脱離を確認



脱離スペクトル
m/z 2 (H_2)

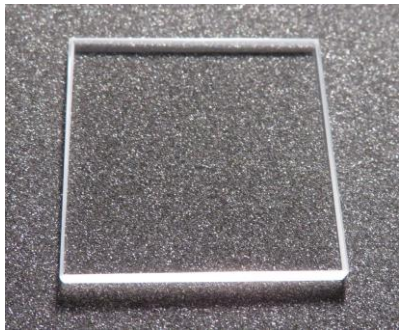


脱離スペクトル
m/z 18 (H_2O)



脱離スペクトル m/z 28 (N_2)

*合成石英基板
□10mm
接合していない

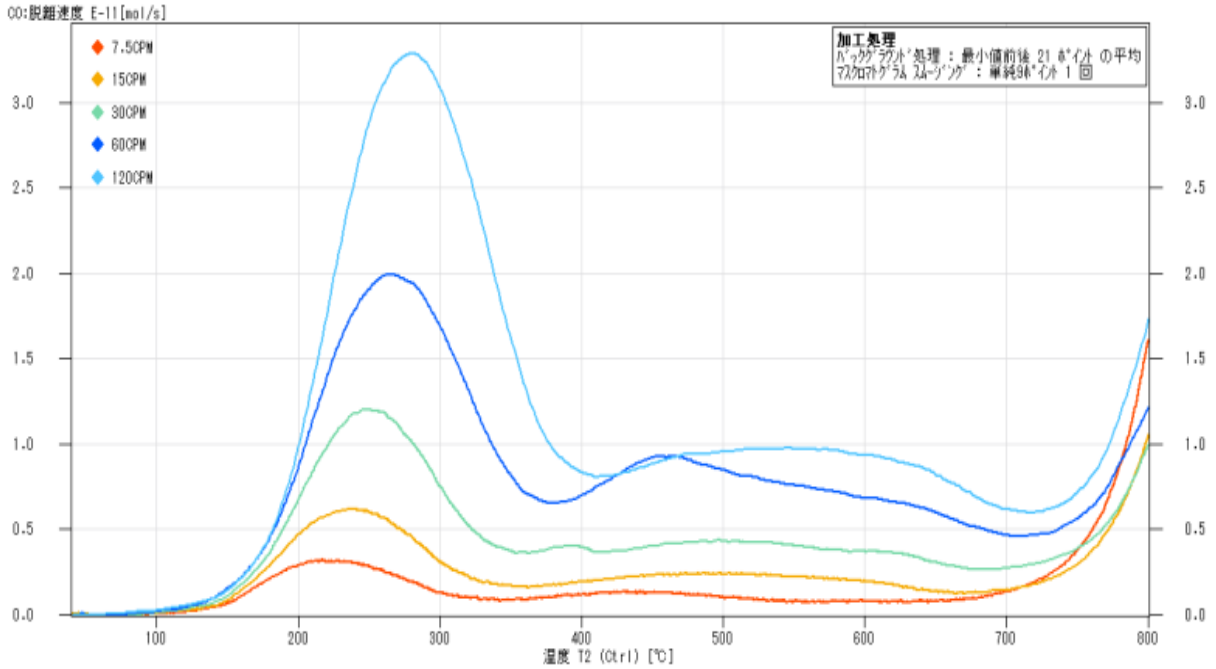


表面活性化接合の活性化エネルギー

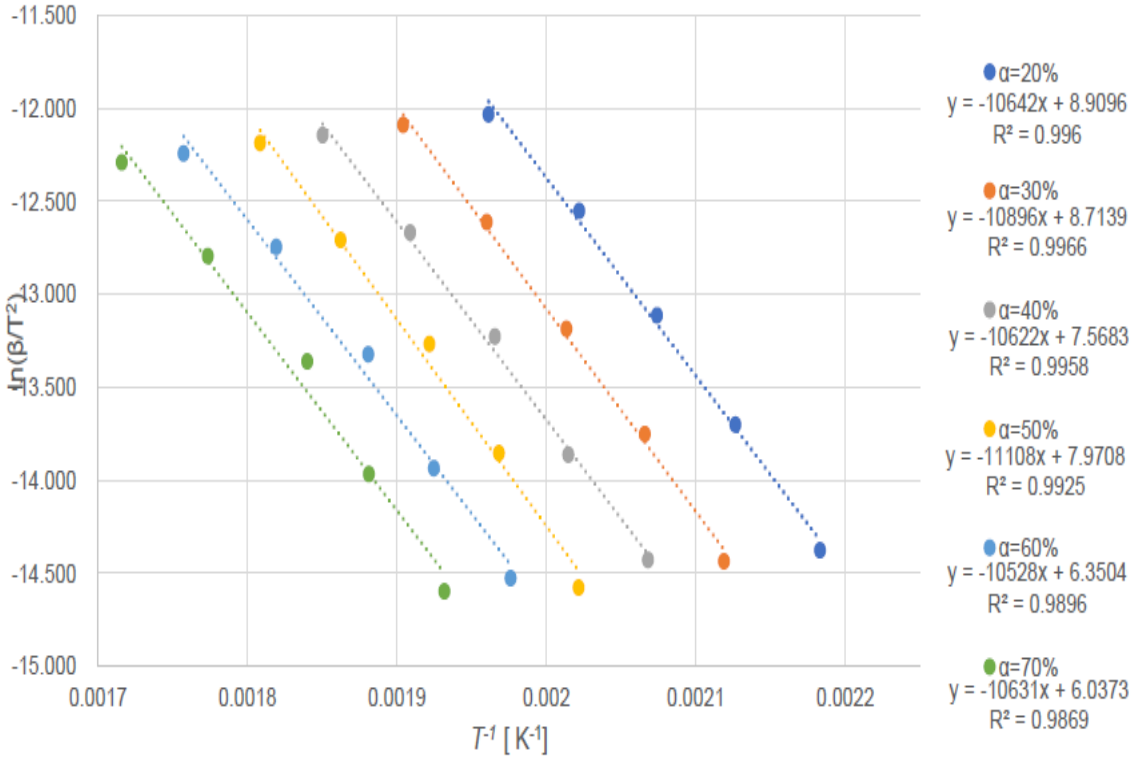
- N_2の脱離スペクトルから表面活性化接合の活性化エネルギーを求める
  Kissinger-Akahira-Sunose法にて活性化エネルギー(Ea)を算出

$$\ln\left(\frac{\beta}{Ti^2}\right) = const \pm \left(\frac{\mathrm{Ea}}{\mathrm{RT}i}\right)$$

β：昇温速度
N2ガス脱離量が3000pmolのとき反応率αが100%と仮定



脱離スペクトル m/z 28 (N_2)



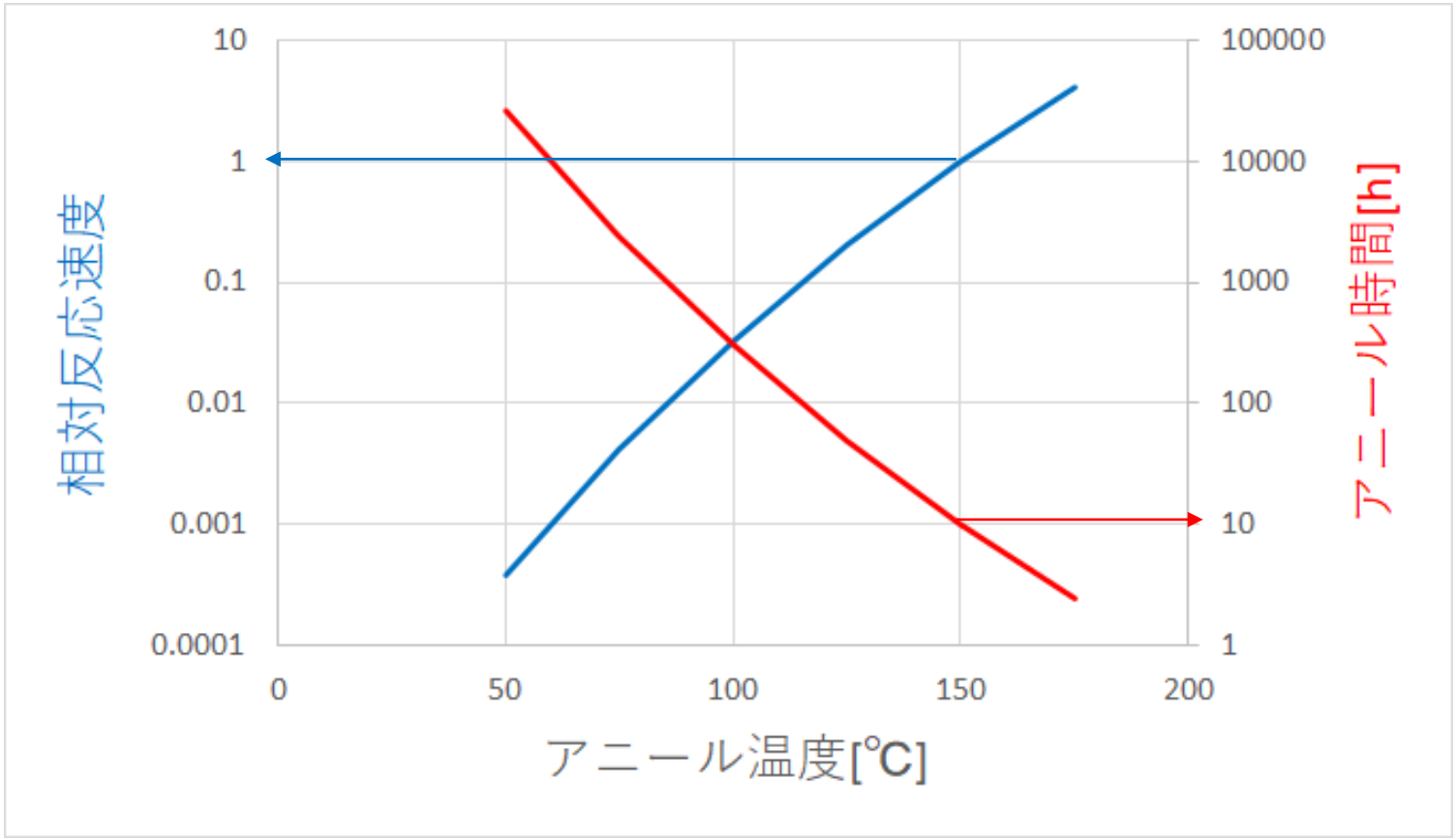
反応率αの昇温速度と温度の関係

表面活性化接合の活性化エネルギー：Ea=-89.3kJ/mol

反応速度

・Arrheniusの式より反応速度(k)を計算（150℃の反応速度を1とした相対反応速度）

$$k = Aexp\left(-\frac{Ea}{RT}\right)$$



アニール温度と相対反応速度、
アニール時間の関係

アニール時間は100℃で300h、50℃なら25,000h必要

まとめ

◆当社の光学部品グループのコアコンピタンス

◎研磨

◎コーティング

◎接合

◆光学部品へ表面活性化接合を適応

◆線膨張係数の大きい異種材料の接合に挑戦

ご清聴ありがとうございました

THE NEW VALUE FRONTIER

KYOCERA

京セラSOC株式会社