慶應義塾大学理工学部機械工学科精密ナノ加工研究室（闇研究室）
教授連絡先：yan@mech.keio.ac.jp

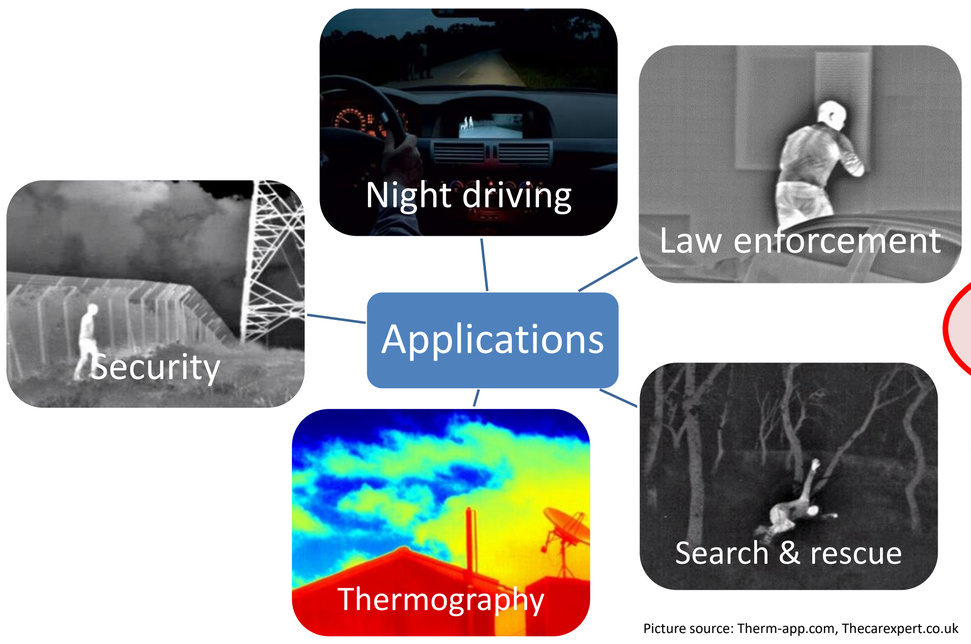
PMNP
Precision Manufacturing & Nano Processing

Precision Machining & Nano Processing

超薄型複合赤外線レンズのプレス成形

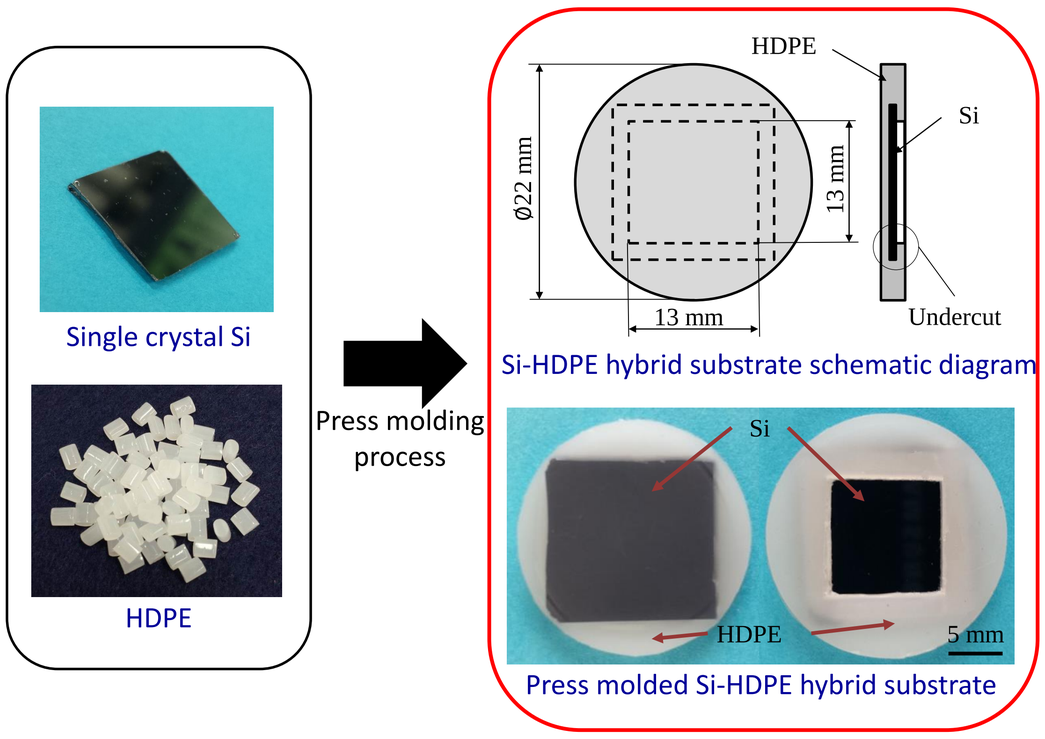
シリコンウエハ・高密度ポリエチレン複合レンズ基板の提案

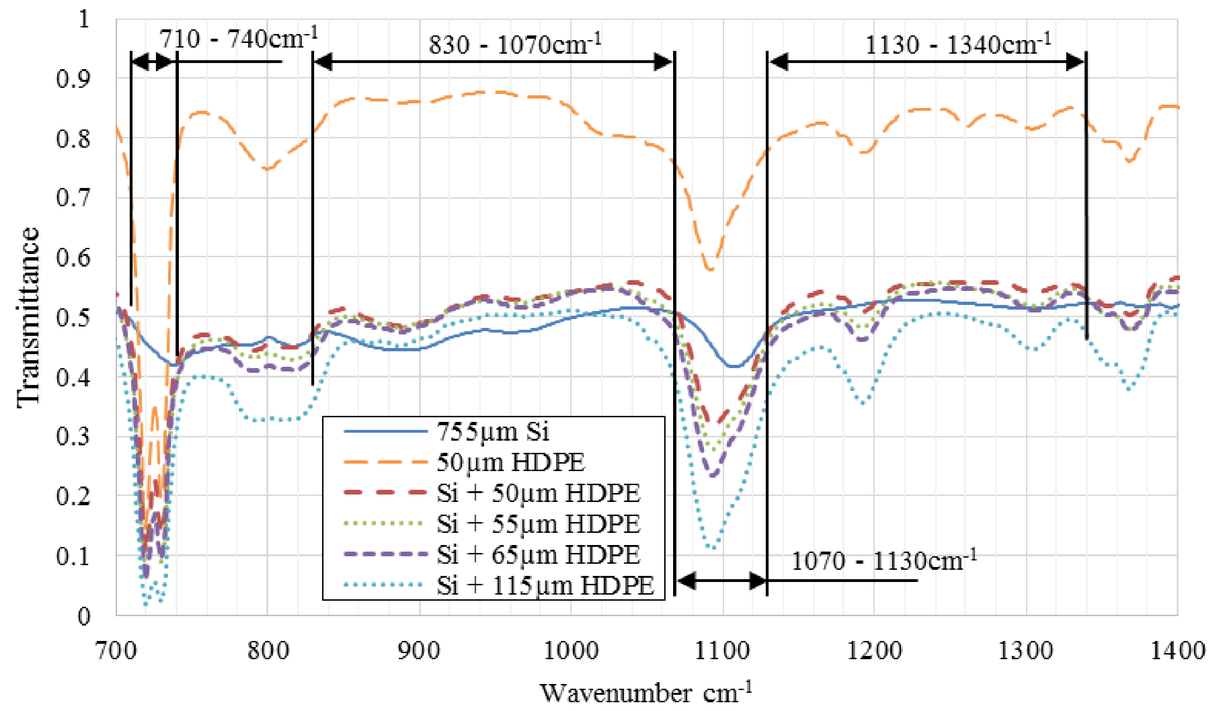
- 車載ナイトビジョン
- 夜間セキュリティ
- サーモグラフィセンサー



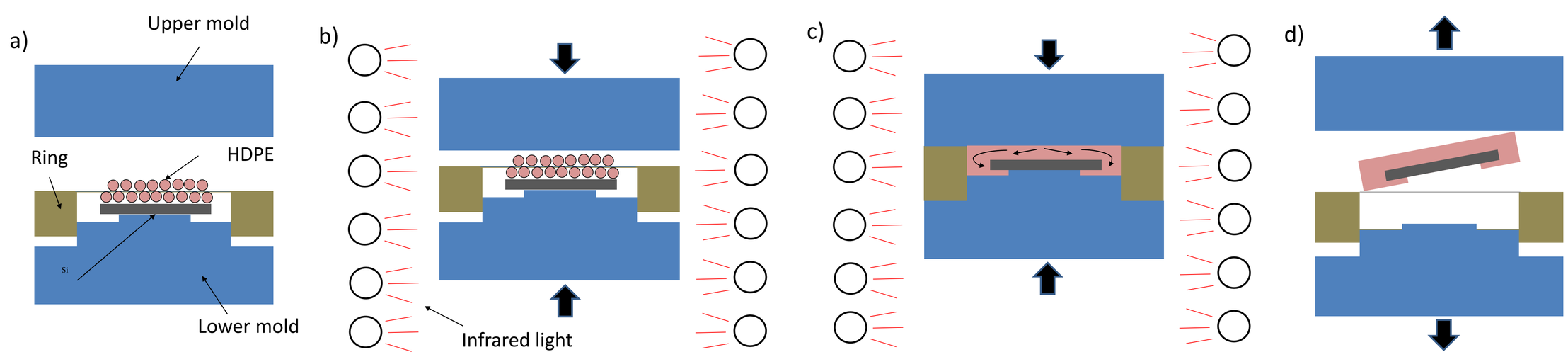
Picture source: Therm-app.com, Thecarexpert.co.uk

シリコンウエハーを高密度ポリエチレンで包み、ポリエチレン膜に光学レンズをプレス成形する。シリコン単結晶の切削によるレンズ加工に比べ、製造コストを数十分の１に抑えられる。しかも軽量かつコンパクトで衝撃に強い。



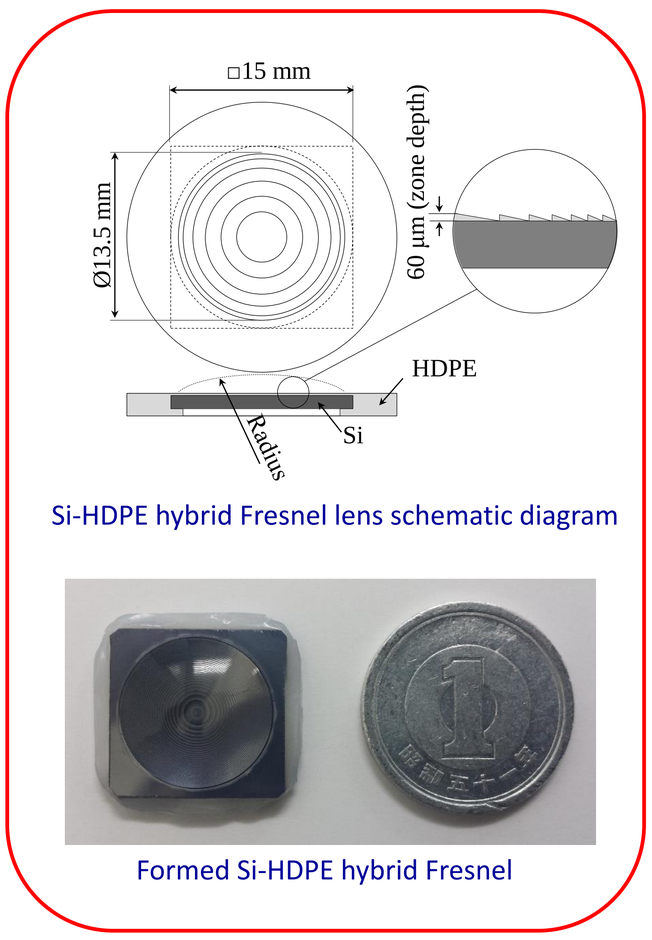


赤外線領域における透過特性（近赤外から遠赤外まで）

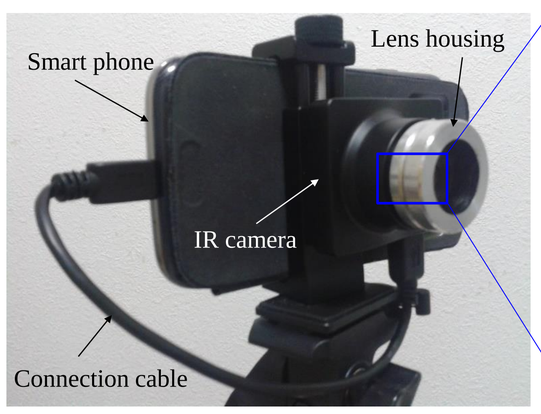


Si-HDPE複合レンズのプレス成形工程
a)材料設置　b)加熱　c)加圧　d)冷却・離型

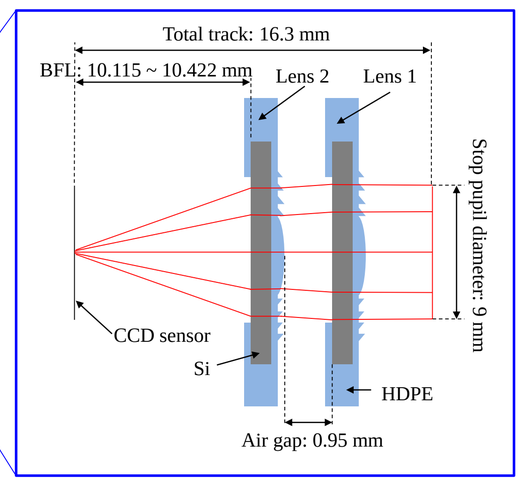
Si-HDPE複合フレネルレンズの成形

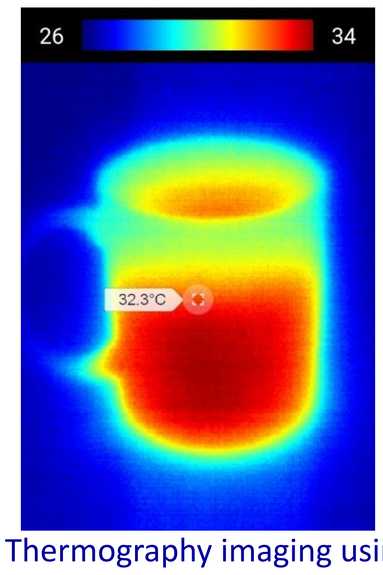


Si-HDPE hybrid Fresnel lens schematic diagram

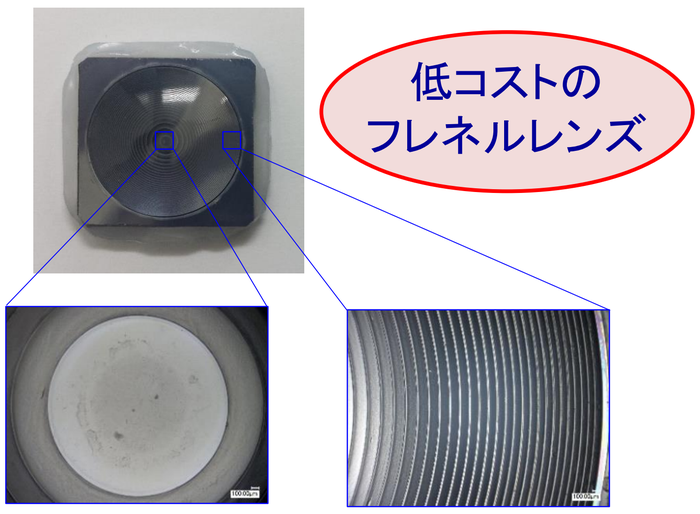


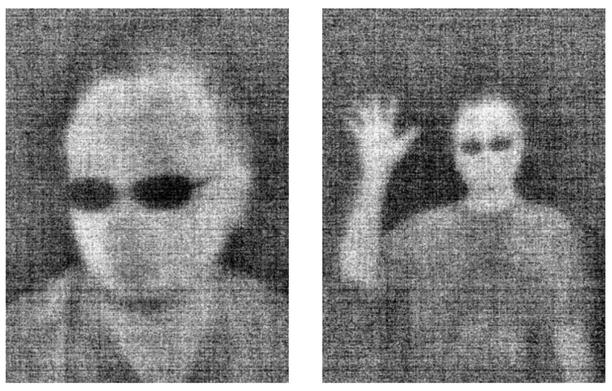
IR imaging





Thermography imaging using Si-HDPE hybrid Fresnel lens


低コストのフレネルレンズ


Night mode imaging using Si-HDPE hybrid Fresnel lens

Keio University
YAN LABORATORY

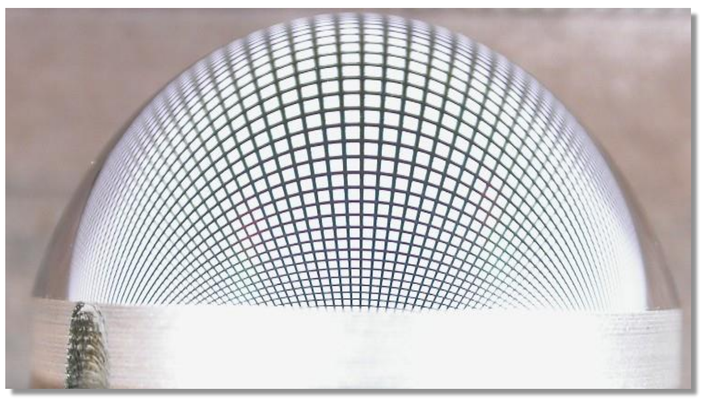
慶應義塾大学理工学部機械工学科精密ナノ加工研究室（閻研究室）
教授連絡先：yan@mech.keio.ac.jp

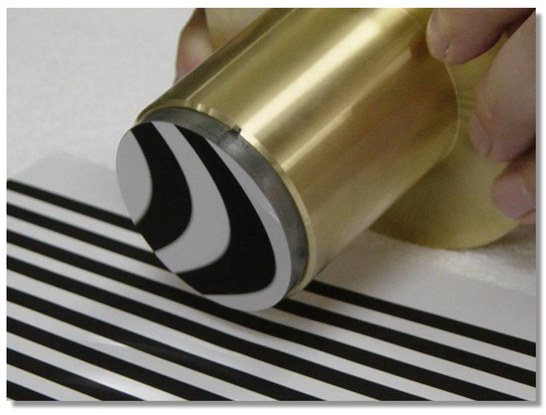
PMNP
Precision Manufacturing & Nano Processing

硬脆材料の超精密延性モード切削加工

Precision Machining & Nano Processing 削

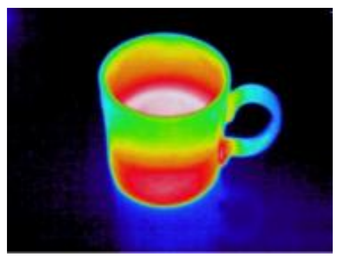
延性モード切削による赤外線非球面レンズ・フレネルレンズの加工

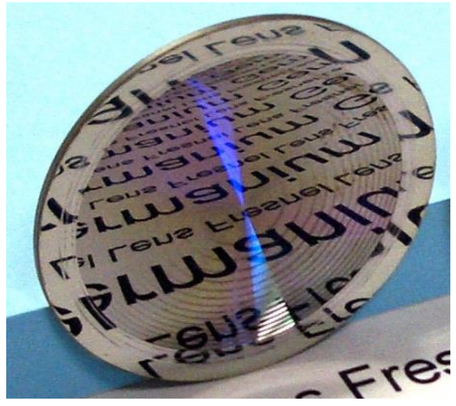

単結晶Si半球レンズ

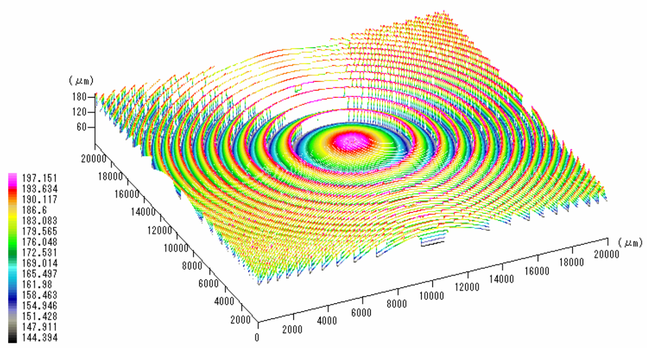

単結晶Ge非球面レンズ

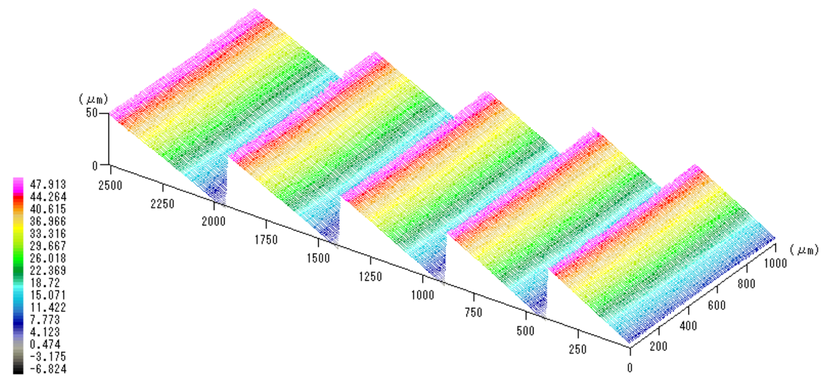
応用先

暗視カメラ


サーモグラフィ


ウエハ状Geフレネルレンズ

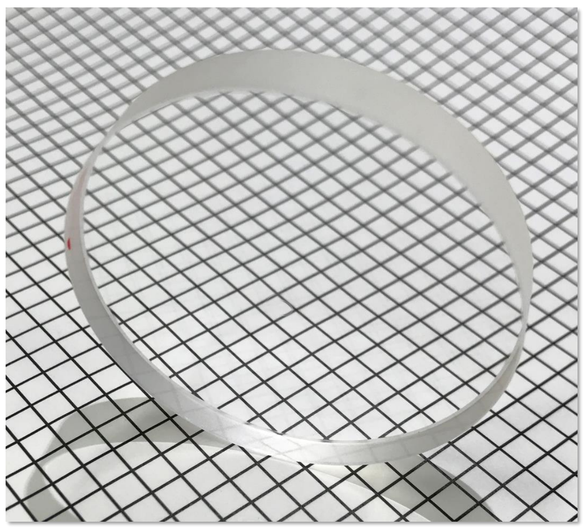


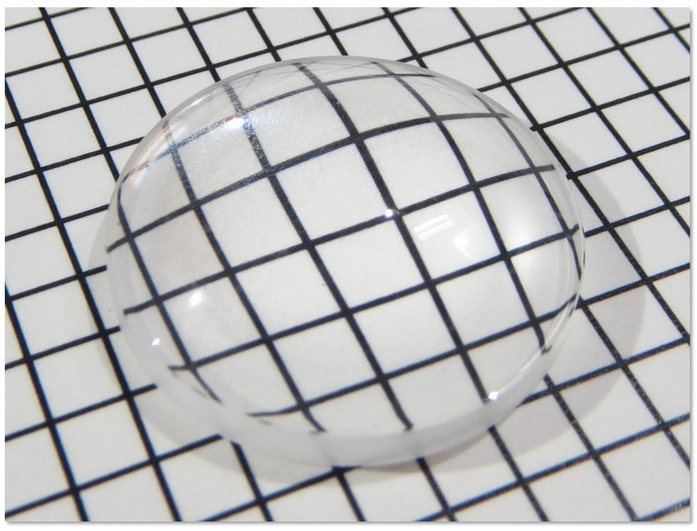

単結晶Geフレネルレンズ形状測定結果

光学ガラスの超精密切削による非球面レンズ加工

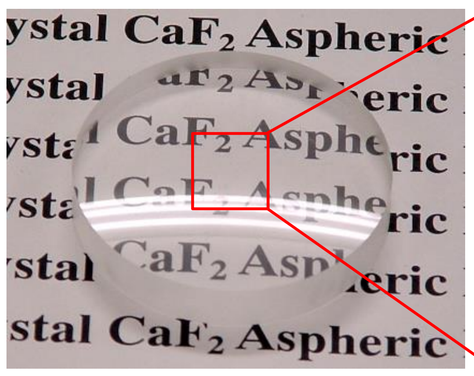
SiO_2非含有光学ガラスを
用いることで
工具摩耗を大幅に軽減！

加工パラメータの最適化により
切削非球面レンズの加工を実現！


光学ガラスの延性モード切削面

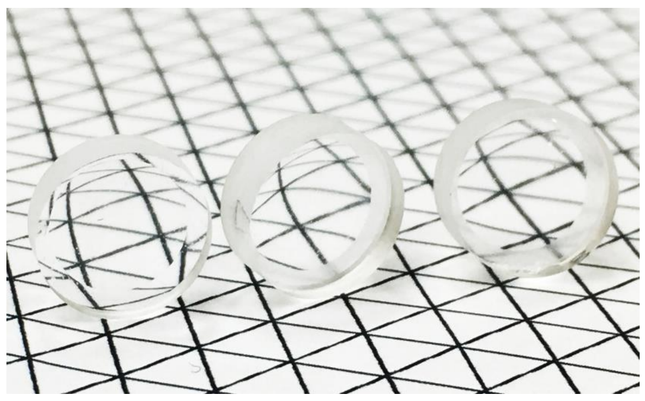

ガラス非球面レンズ

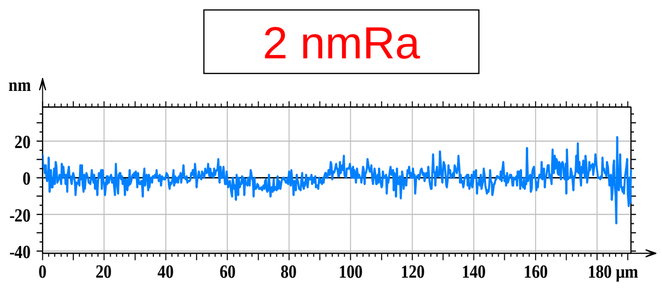
単結晶CaF_2の超精密切削による両端面非球面レンズ・マイクロ流路の加工



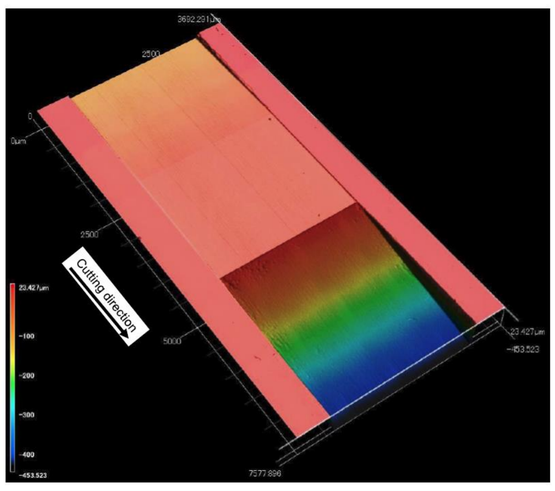
CaF_2非球面レンズ

レンズ中心部

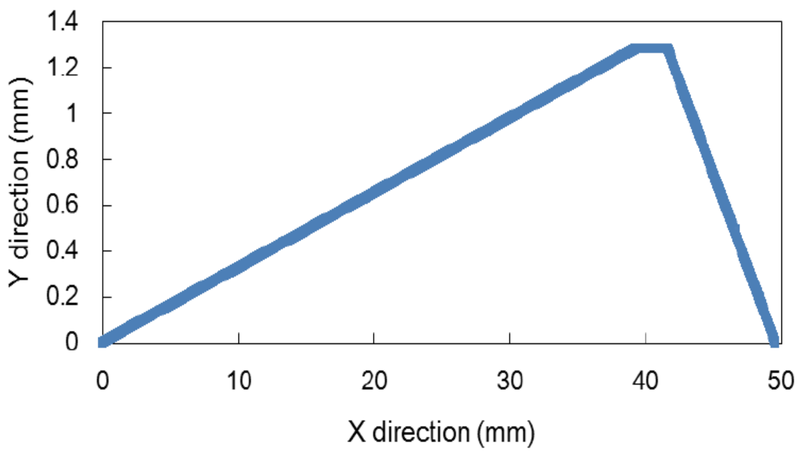

CaF_2両端面非球面レンズ



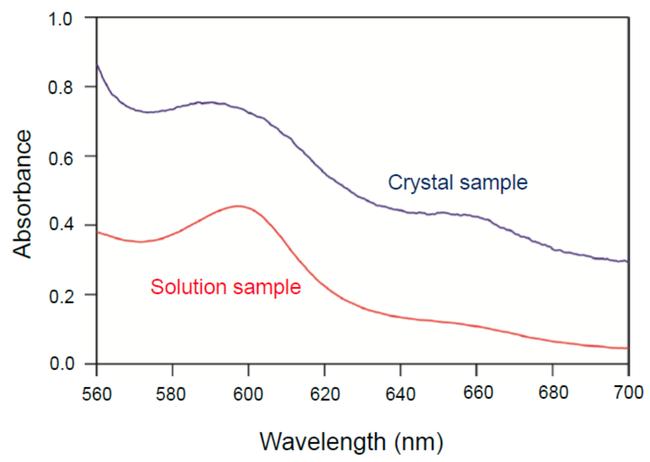
表面粗さ測定結果



タンパク質分析用
CaF_2製マイクロ流路



レーザプローブによる断面計測結果



マイクロ流路によるタンパク質結晶の
可視吸光分析結果

切削領域の応力場を制御し，脆性破壊を防ぐことで延性モード切削を実現

切削のみで硬脆材料をナノ精度に加工し、高精度・低コストの加工を可能に

Keio University
1858
CALAMVS GLADIO FORTIOR
YAN LABORATORY

慶應義塾大学理工学部機械工学科精密ナノ加工研究室（閻研究室）
教授連絡先：yan@mech.keio.ac.jp

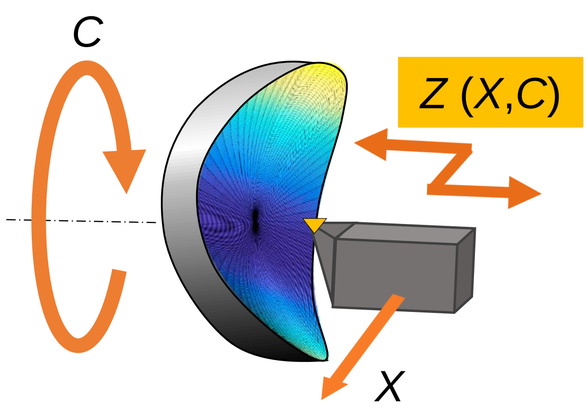
PMNP
Precision Manufacturing & Nano Processing

刻

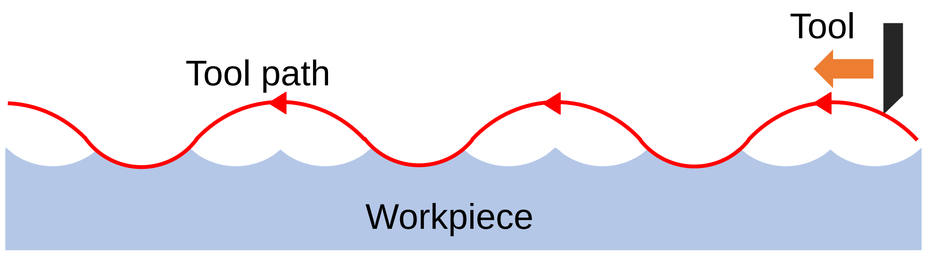
Precision Machining & Nano Processing

複雑自由曲面形状の超精密切削加工

Slow Tool Servo (STS)を用いた分割切削法によるレンズアレイ金型加工



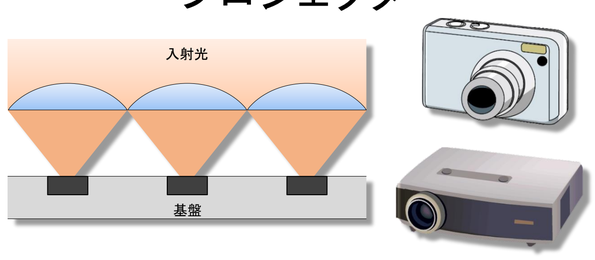
スローツールサーボ旋削加工原理



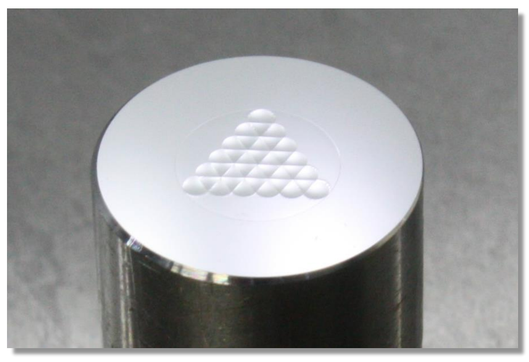
分割切削法の工具軌跡

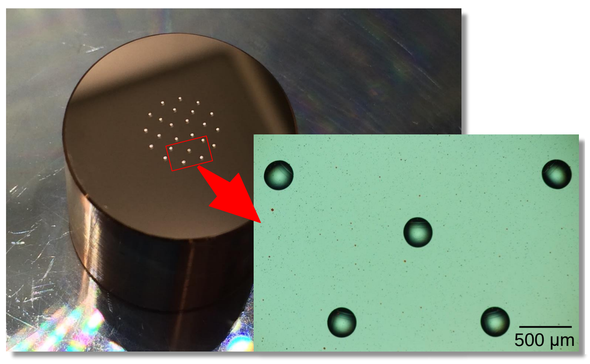
応用先

カメラの イメージセンサ
プロジェクタ

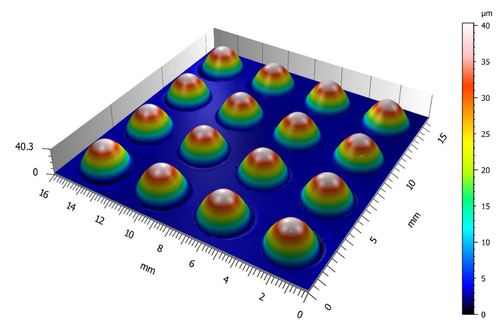


C軸回転と工具運動を同期することで，回転軸非対称形状の高速加工が可能！

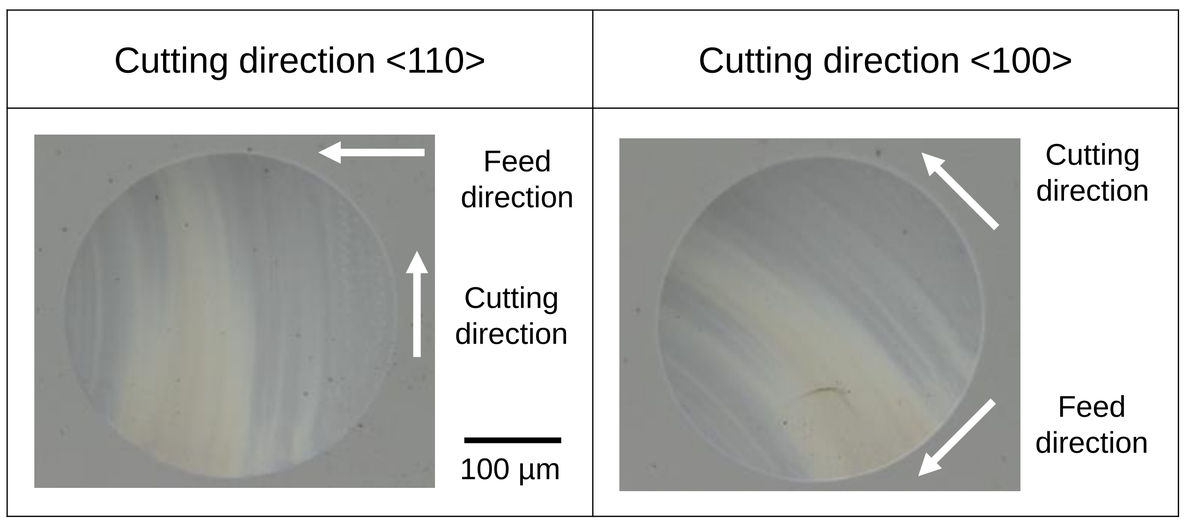

アルミニウム合金への
三角形マイクロレンズアレイ加工



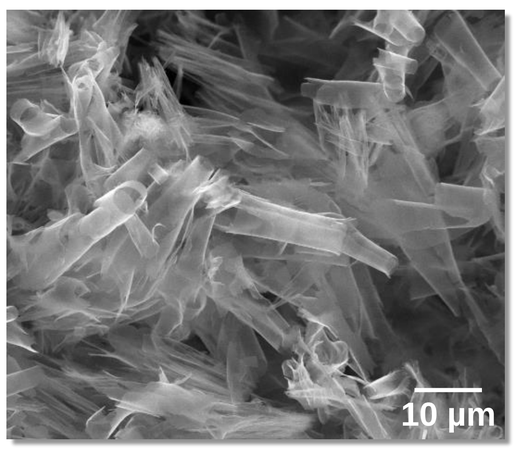
無酸素銅への総形切削による
ディンプルアレイ


アクリルへの凸レンズ加工
3次元形状測定結果

単結晶シリコンの延性モード切削による複雑形状加工



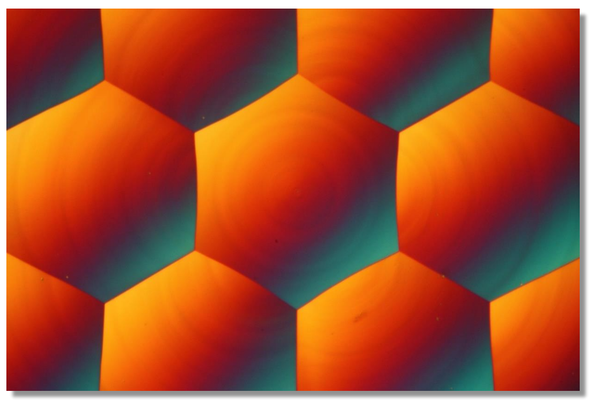
ディンプルのマイクロスコープ画像

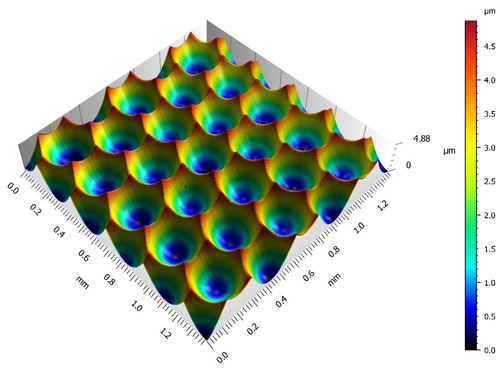


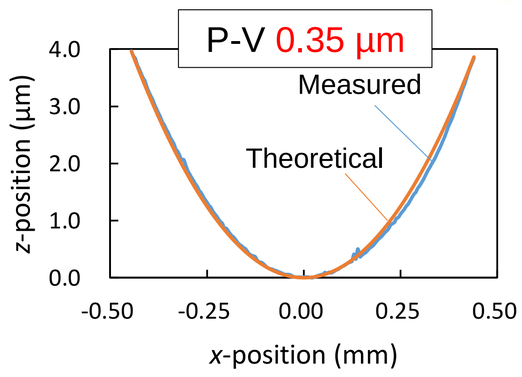
流れ型切りくずSEM画像

応用先

暗視カメラ
サーモグラフィ


単結晶Si六角形マイクロレンズアレイ
微分干渉顕微鏡画像

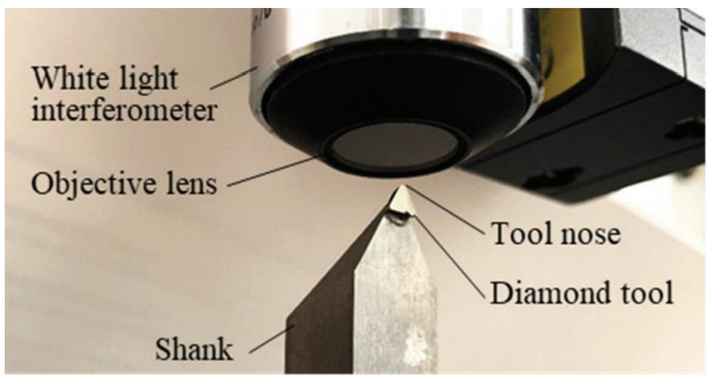

3次元形状測定結果



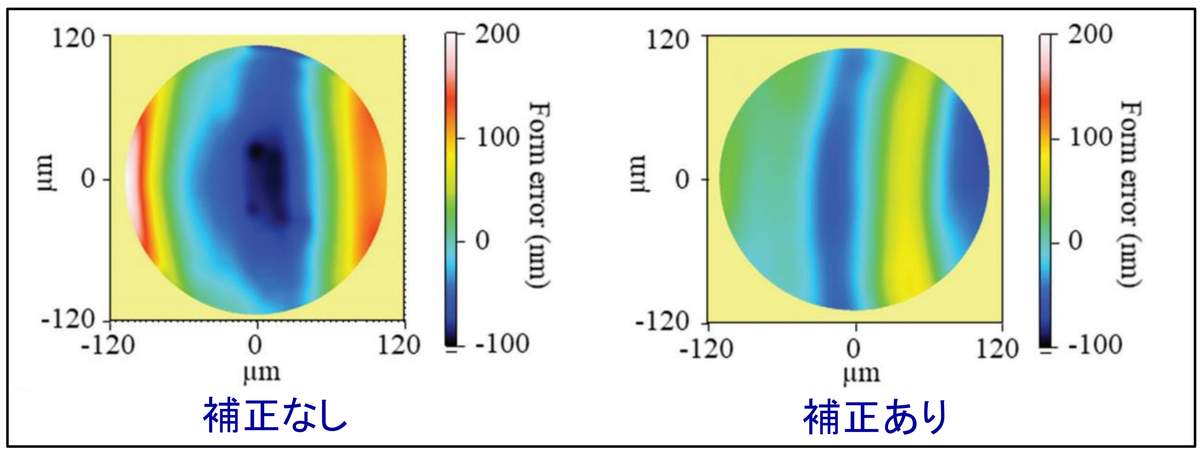
断面形状精度

分割切削法と切削性制御によって単結晶Si上に自由曲面微細構造を創成！

工具形状計測による工具輪郭誤差の補正



白色干渉計による工具形状の計測



マイクロレンズアレイの形状誤差算出結果

工具形状を計測・加工機にフィードバックすることで高精度な加工を実現

Keio University
YAN LABORATORY