

次観測装置用の新しい 回折格子の開発状況 VI

海老塚 昇¹, 岡本 隆之¹, 竹田 真宏¹, 細畠 拓也¹, 山形 豊¹,
佐々木 実², 魚本 幸³, 島津 武仁³, 佐藤 慎也⁴, 橋本 信幸⁴,
田中 壺⁵, 服部 堯⁵, 尾崎 忍夫⁶, 青木 和光⁶

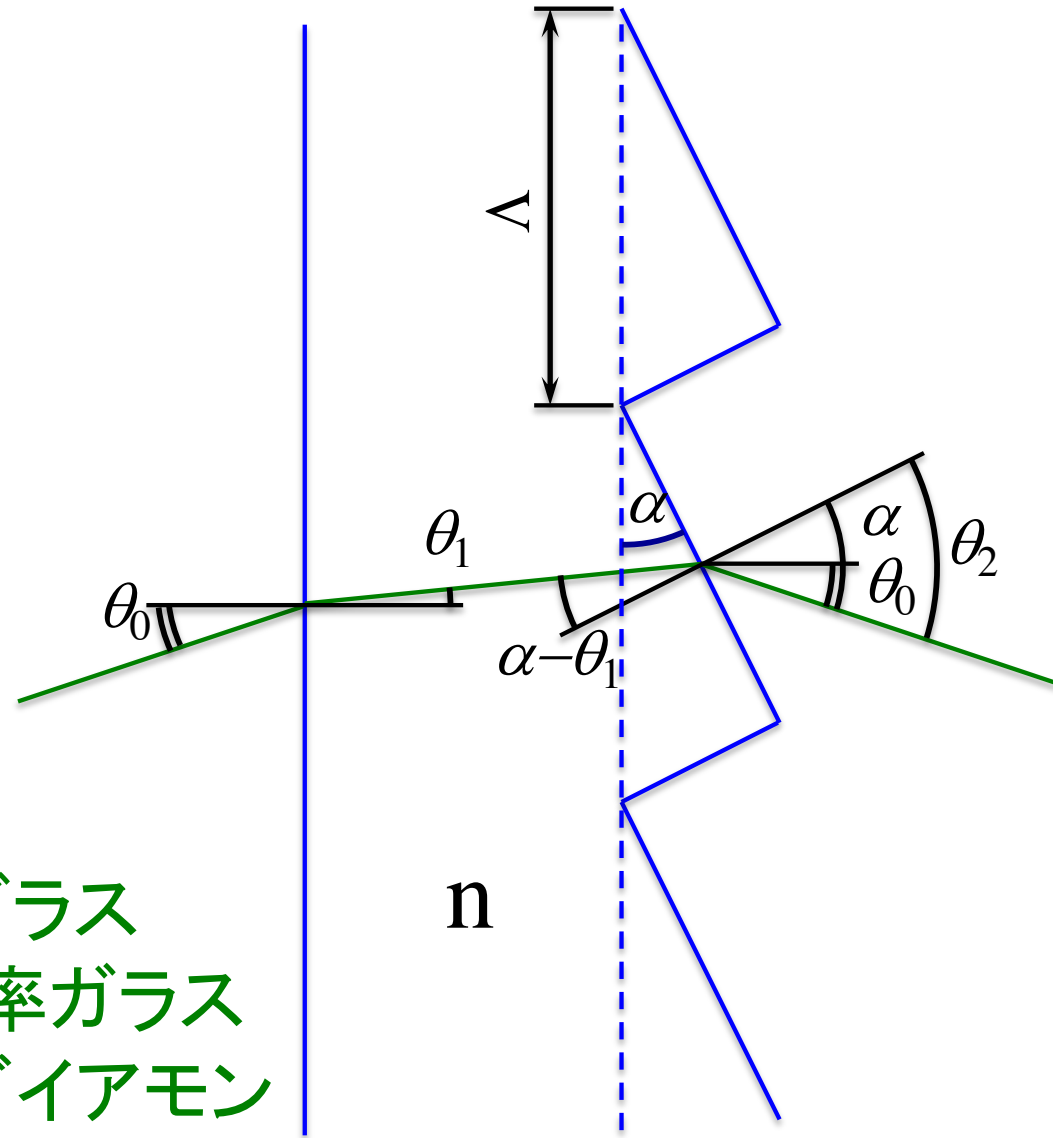
¹理化学研究所, ²豊田工業大学 工学部, ³東北大学 学際科学フロンティア研究所, ⁴シチズン時計 研究開発センター,
⁵国立天文台 ハワイ観測所, ⁶国立天文台 TMT推進室



表面刻線型回折格子の限界

$$\begin{aligned} \sin \theta_0 &= n \sin \theta_1 \\ n \sin(\alpha - \theta_1) &= \sin \theta_2 \\ \theta_2 &= \alpha + \theta_0 \end{aligned}$$

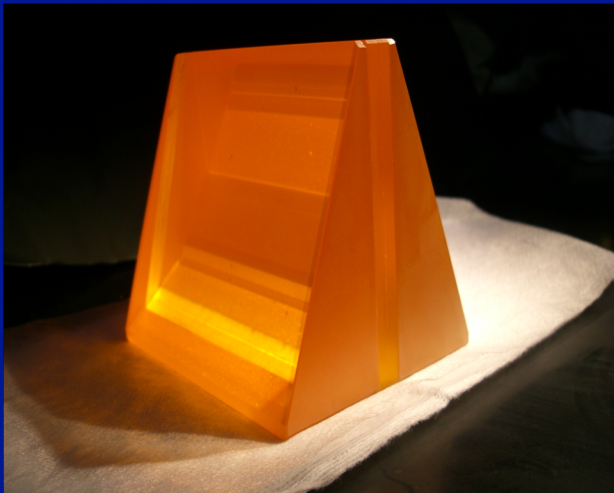
$$\begin{aligned} n \sin(\alpha - \theta_1) &= \sin(\alpha + \theta_0) \\ n (\sin \alpha \cos \theta_1 - \sin \theta_1 \cos \alpha) &= \sin \alpha \cos \theta_0 + \sin \theta_0 \cos \alpha \\ (n \cos \theta_1 - \cos \theta_0) \sin \alpha &= (\sin \theta_0 + n \sin \theta_1) \cos \alpha \\ \tan \alpha &= 2 \sin \theta_0 / (n \cos \theta_1 - \cos \theta_0) \end{aligned}$$



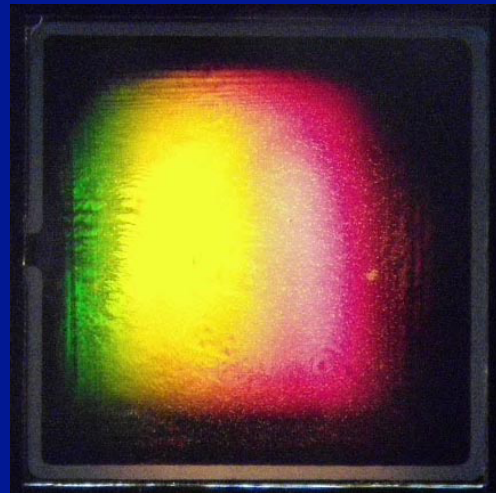
- $n = 1.5, \theta_0 \leq 29^\circ$ ($\theta_2 > 90^\circ$) 光学ガラス
- $n = 2.0, \theta_0 \leq 40^\circ$ (同上) 高屈折率ガラス
- $n = 2.5, \theta_0 \leq 48^\circ$ (同上) ZnSe, ダイヤモン

ト 従来のノコギリ歯形状の表面刻線型回折格子は大きな回折角 (∞ 角度分散) 用には使用できない。

開発中の各種回折格子



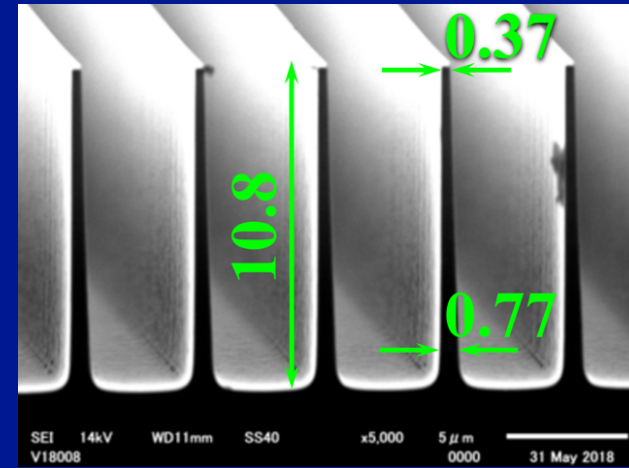
VPHグリズム



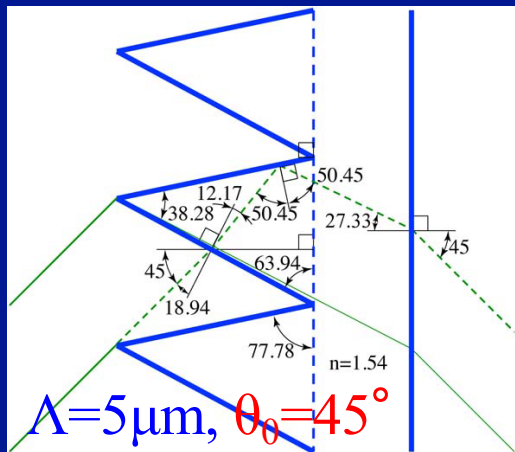
複屈折性のB-VPH grating



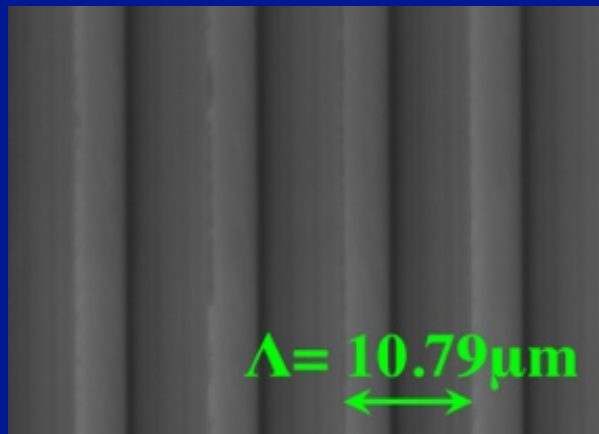
Quasi-Bragg (QB) grating



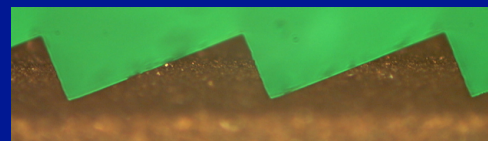
Volume binary (VB) grating



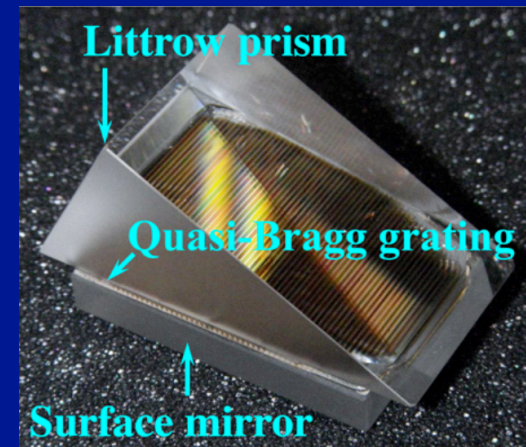
Reflector facet transmission (RFT) grating



MOIRCSハイブリッド・グリズム

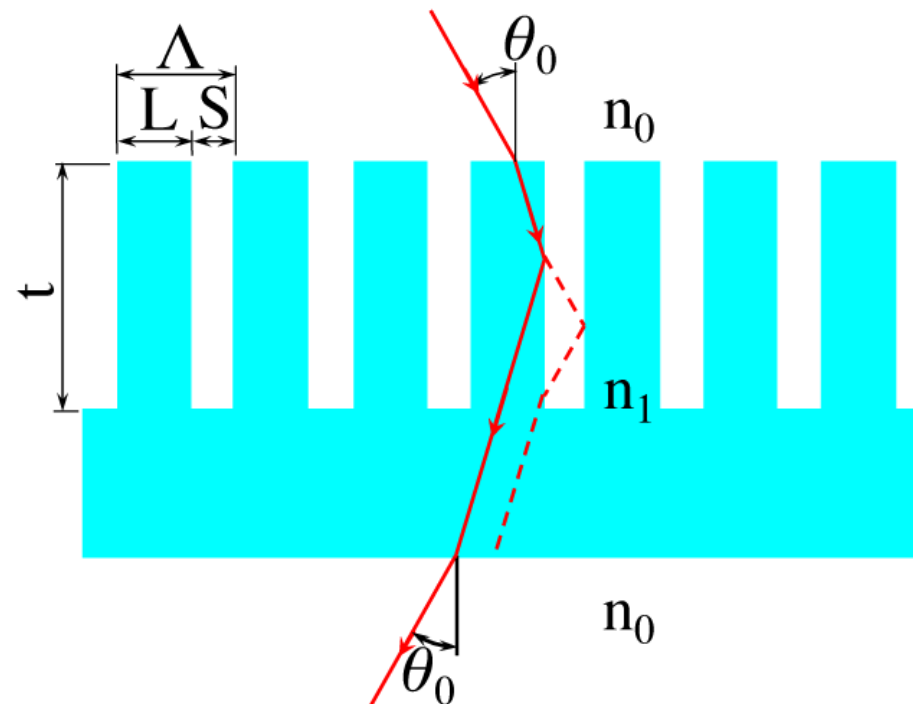
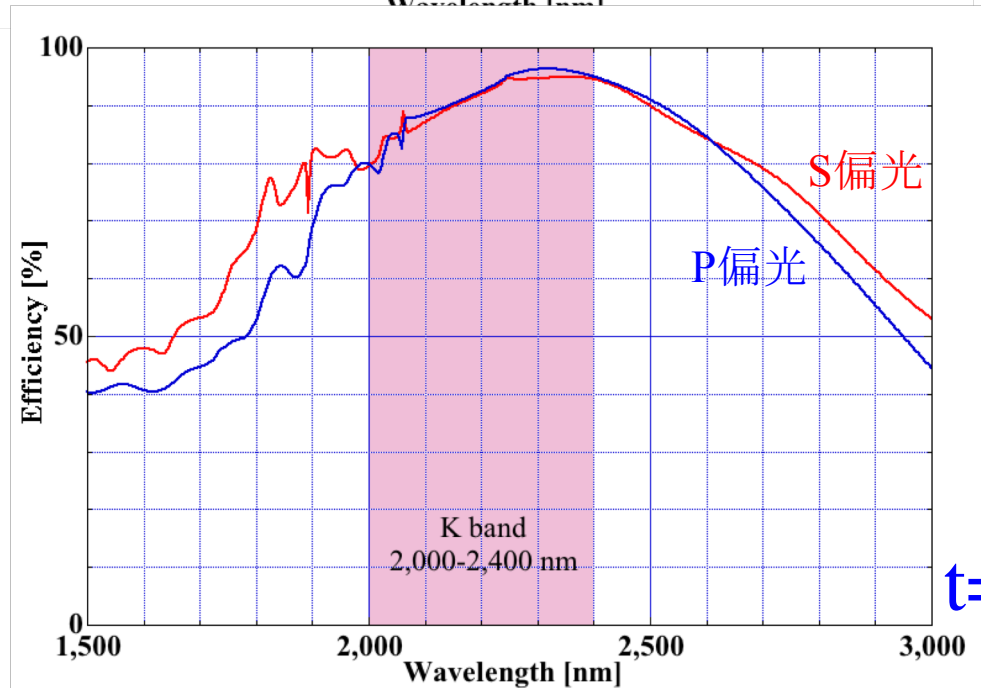
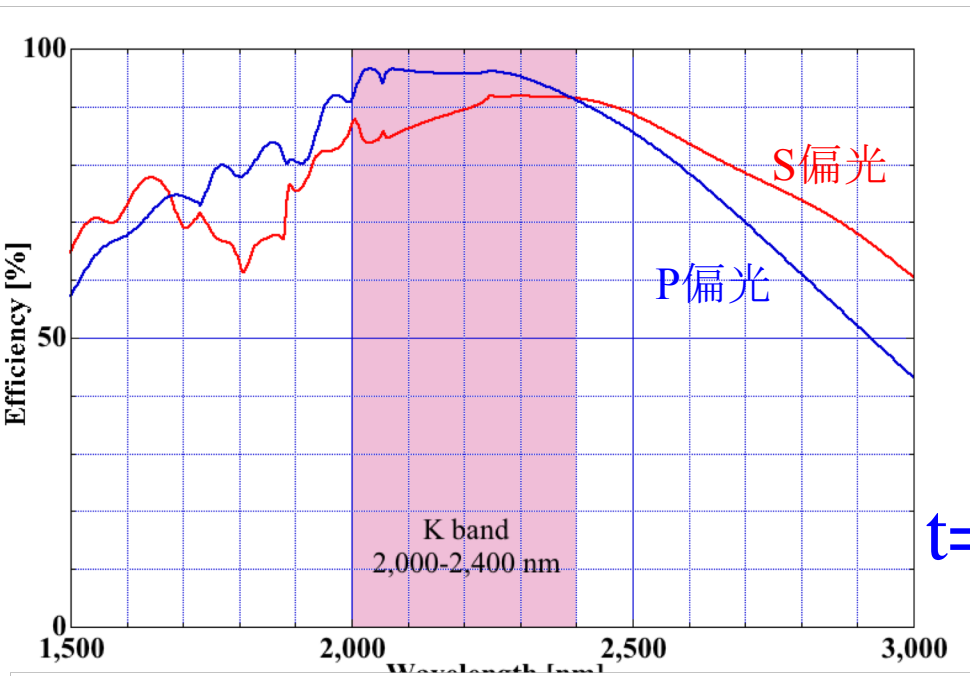


Immersion grating



QB immersion grating

Volume Binary Grating



MOIRCS Kバンド グリズム

サイズ: 70×70 [mm]

材質: 石英

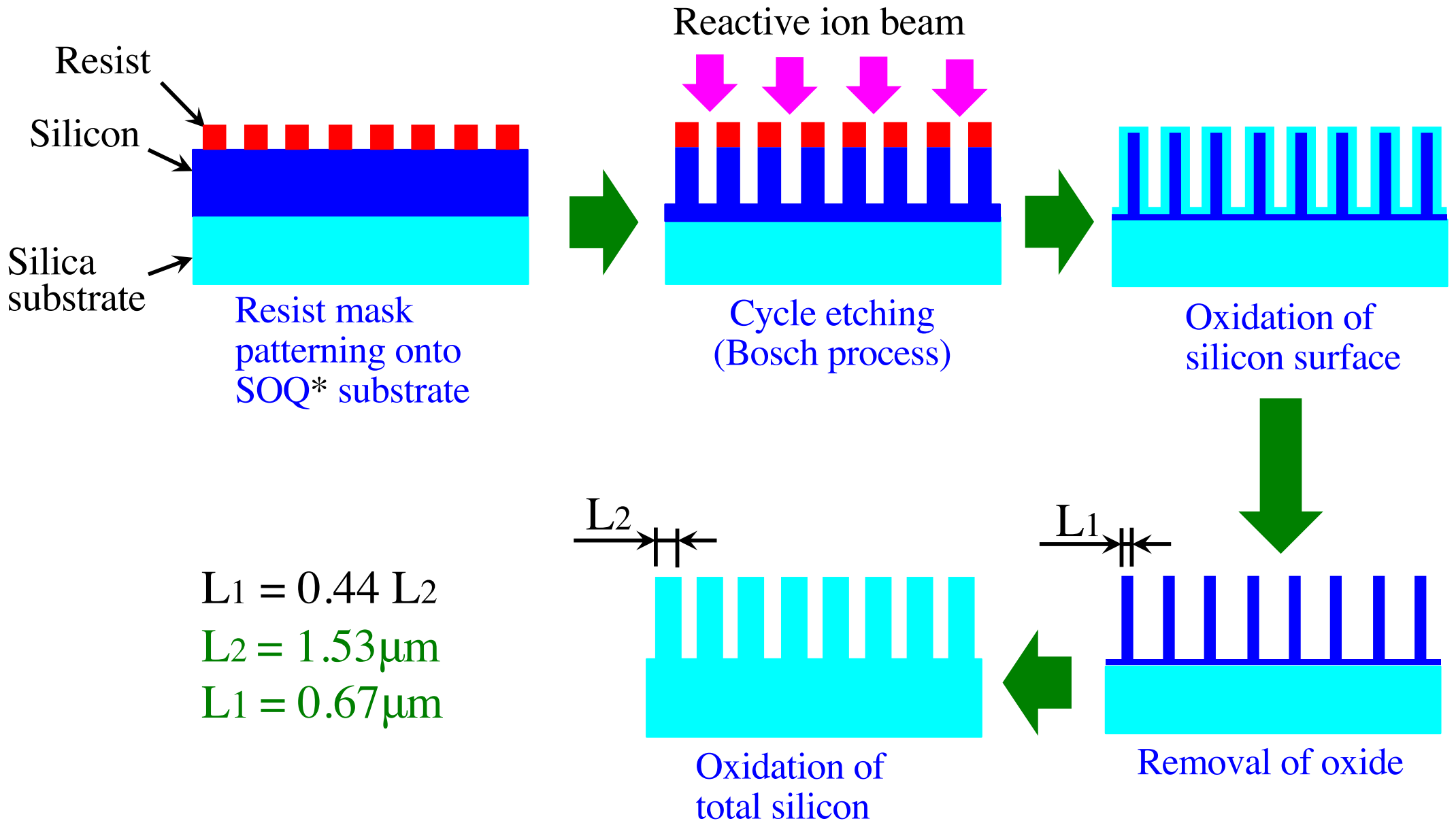
格子周期: $\Lambda=2.36\mu\text{m}$ (423.7 g/mm)

畝の幅 : $L=1.53\mu\text{m}$

溝の幅 : $S=0.83\mu\text{m}$

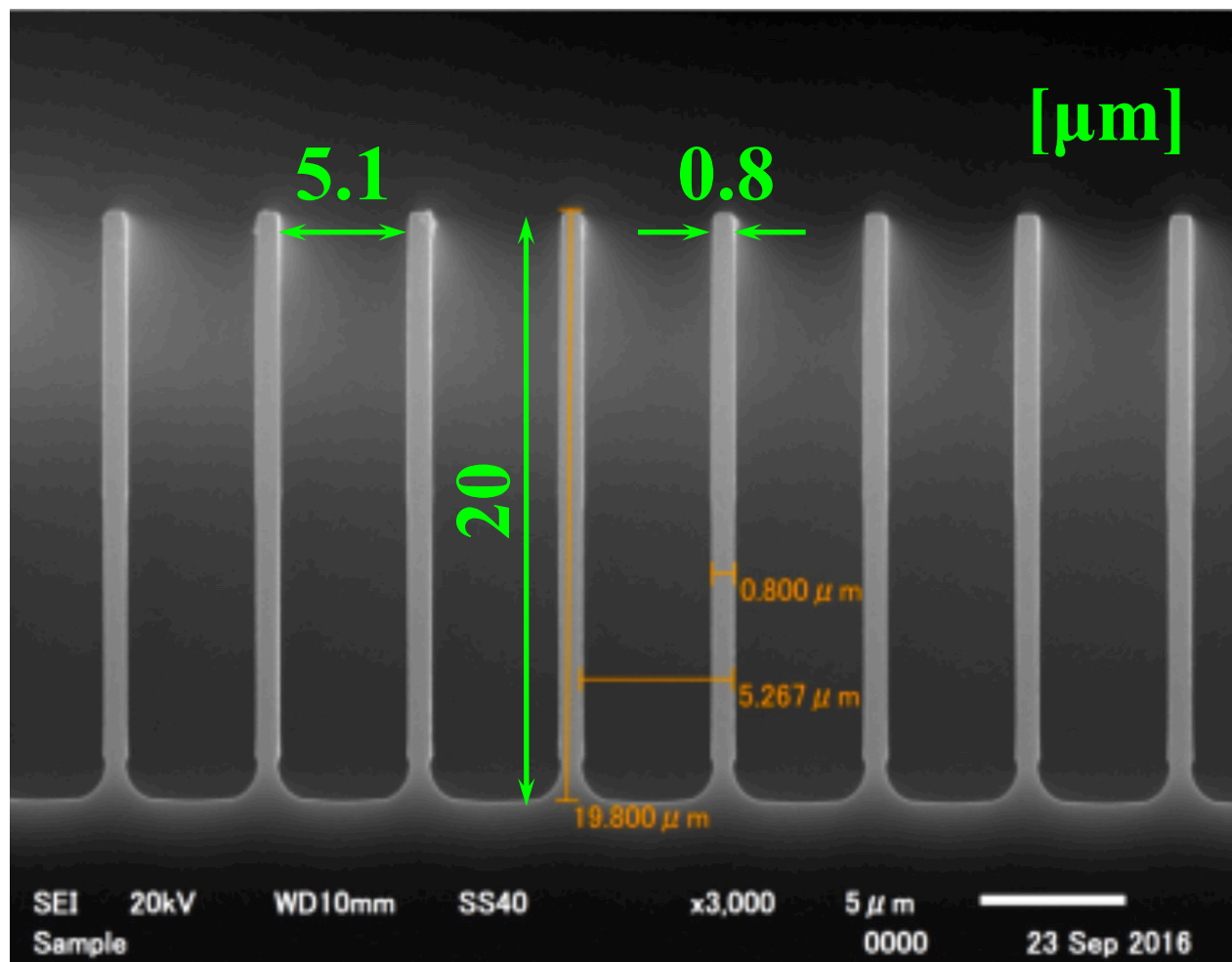
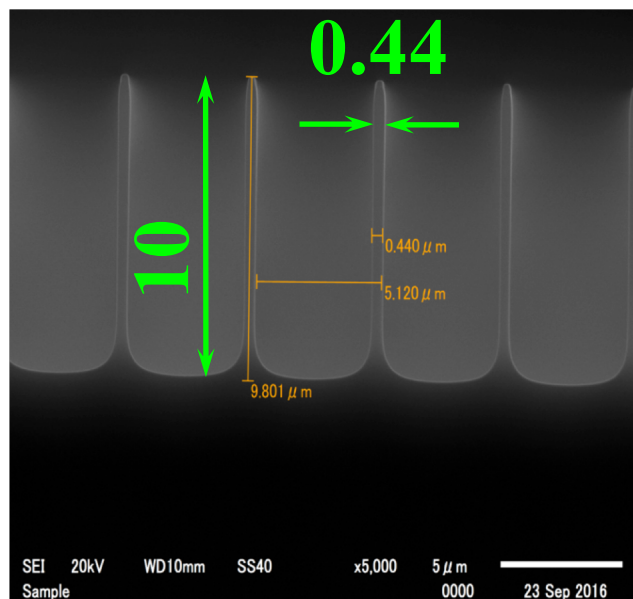
畝の高さ: $t=5.5\mu\text{m}$

Fabrication Method for VB Grating



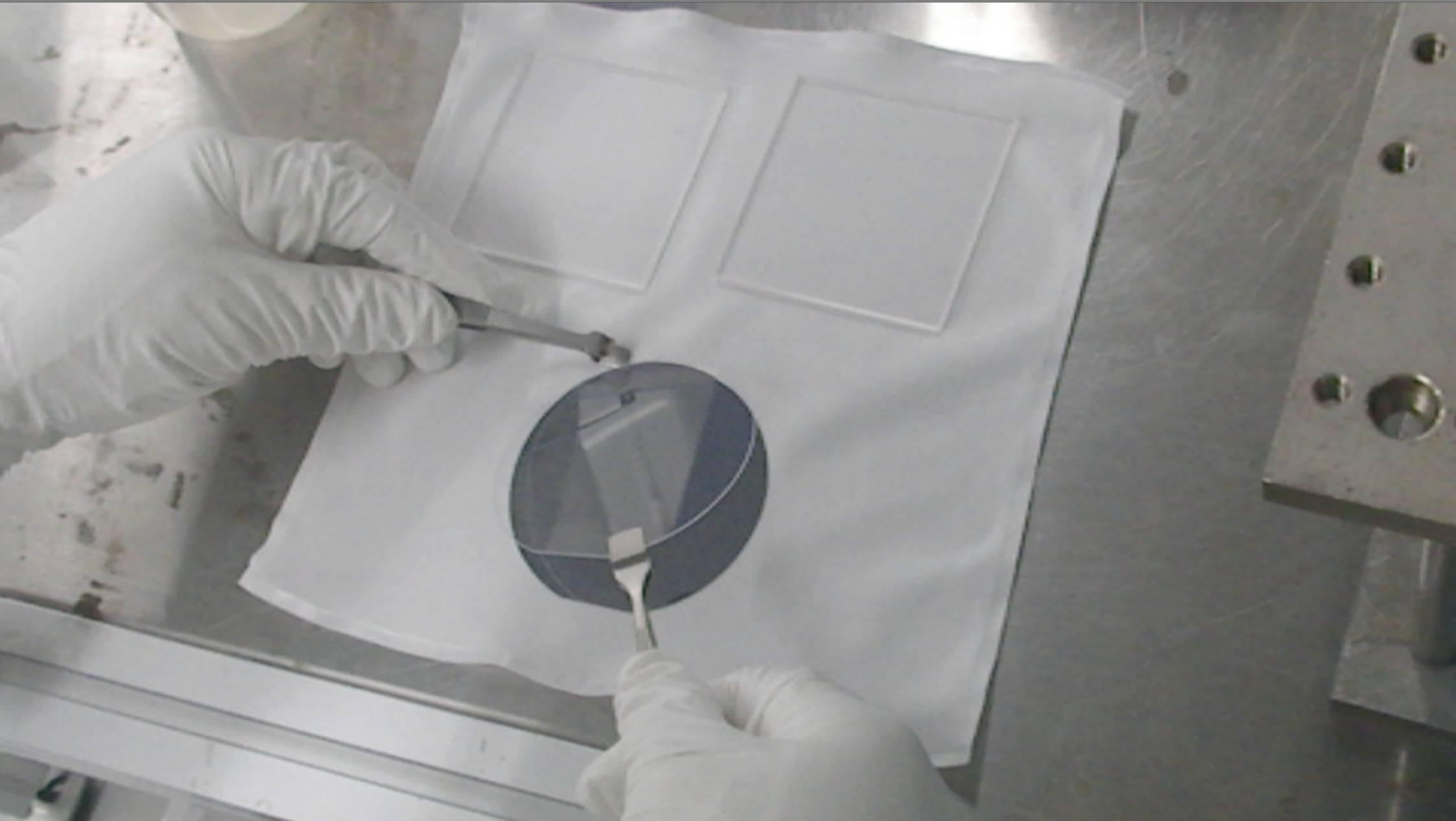
* SOQ: Silicon on Quartz

シリコンの高アスペクト比矩形格子 (Quasi-Bragg Grating) の試作



サイクルエッチング (Boschプロセス) → シリコン酸化 ↔ 酸化膜除去により加工された高アスペクト比のシリコン矩形格子 (格子周期 $\Lambda = 5.1 \mu\text{m}$)。豊田工業大学ナノテクノロジープラットフォームにて加工。

Test Fabrication of SOQ Substrate



Fabricated by the Nanotech PF of Toyoda Institute of Technology