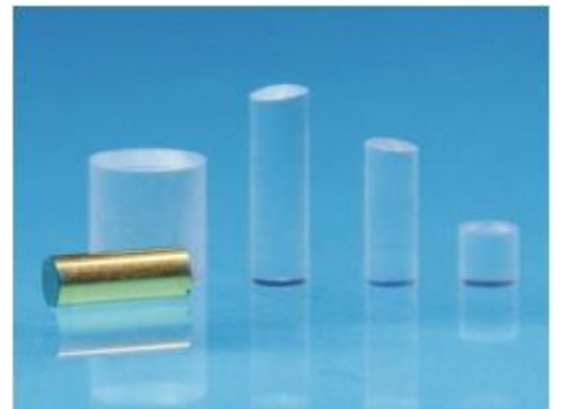


# TECHNICAL-NOTE

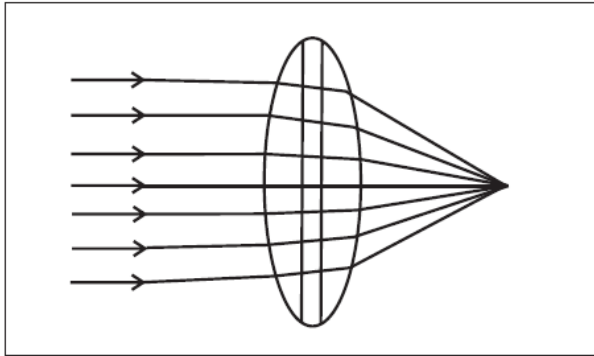
## Selfoc Microlens



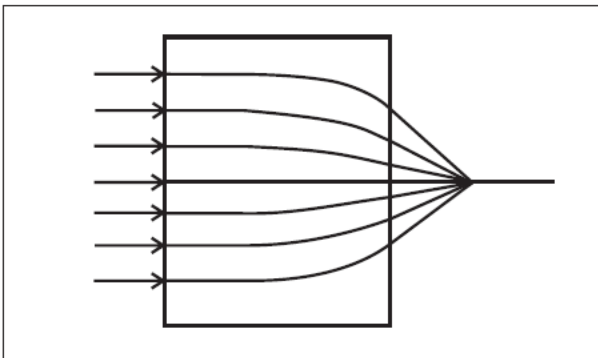
## 产品概述

普通的透镜是通过把表面加工成曲面，光通过这些曲面的时候，由于折射，产生聚焦。而 SML 是圆柱状的玻璃，其通过由中心向四周成放射状的折射率分布的特点，而起到和普通透镜一样的聚焦效果。这种透镜称为渐变折射率透镜（Grin lens）。

### ■ 通常的抛光透镜



### ■ SML 透镜

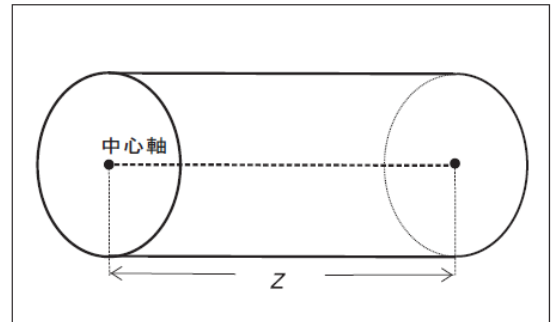


## 主要参数

Z: 透镜长度  
透镜中心轴的长度。

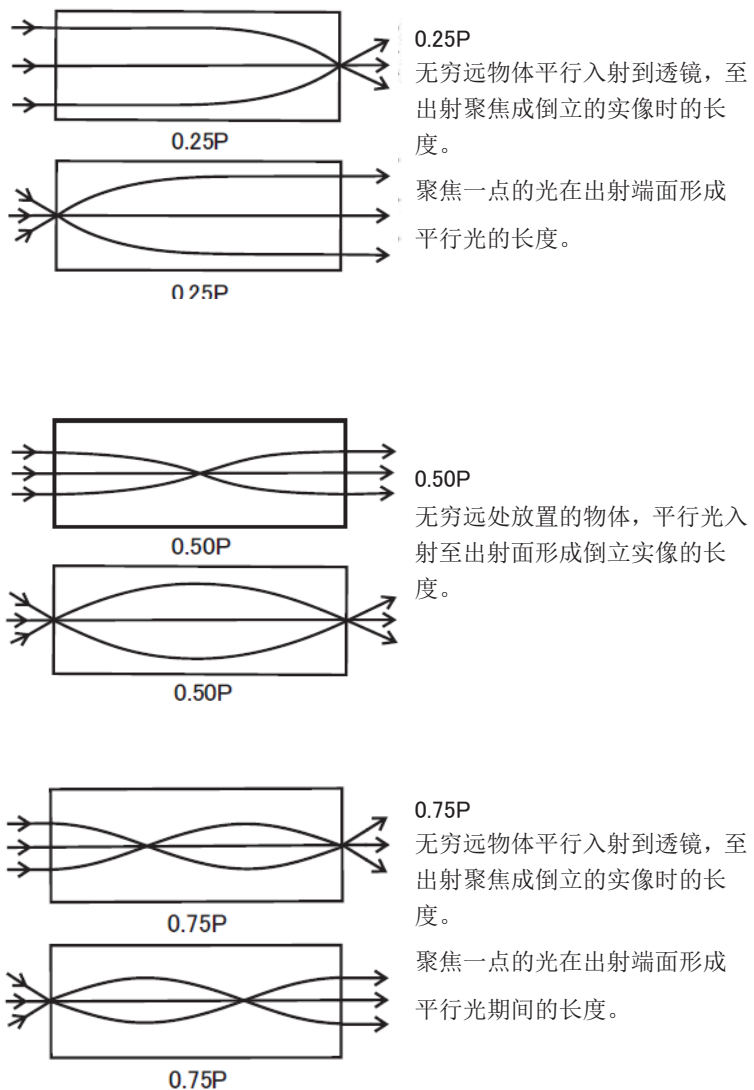
透镜的长度可以根据以下公式计算

$$Z = 2 \pi P / \sqrt{\lambda}$$



P : 节距

光在透镜内部呈蛇型分布。以下是 0.25 节距及其整数倍的折射原理示意图。



## 主要参数

$\sqrt{A}$  : 折射率分布常数

反映了光在透镜内弯曲程度。 $\sqrt{A}$  越大, 光线曲折程度越大。

### ■ 折射率分布常数和波长的对应关系

SLC  $\phi$  1.8:

$$\sqrt{A}(\lambda) = 0.3210 + \frac{4.474 \times 10^{-3}}{\lambda^2} + \frac{2.370 \times 10^{-4}}{\lambda^4}$$

SLW  $\phi$  1.0:

$$\sqrt{A}(\lambda) = 0.5945 + \frac{3.936 \times 10^{-3}}{\lambda^2} + \frac{5.539 \times 10^{-4}}{\lambda^4}$$

SLW  $\phi$  1.8:

$$\sqrt{A}(\lambda) = 0.3238 + \frac{5.364 \times 10^{-3}}{\lambda^2} + \frac{2.626 \times 10^{-4}}{\lambda^4}$$

SLW  $\phi$  2.0:

$$\sqrt{A}(\lambda) = 0.2931 + \frac{2.369 \times 10^{-3}}{\lambda^2} + \frac{7.681 \times 10^{-4}}{\lambda^4}$$

SLW  $\phi$  3.0:

$$\sqrt{A}(\lambda) = 0.1973 + \frac{3.723 \times 10^{-3}}{\lambda^2} + \frac{2.050 \times 10^{-5}}{\lambda^4}$$

SLW  $\phi$  4.0:

$$\sqrt{A}(\lambda) = 0.1468 + \frac{2.654 \times 10^{-3}}{\lambda^2} + \frac{3.960 \times 10^{-6}}{\lambda^4}$$

SLH  $\phi$  1.8:

$$\sqrt{A}(\lambda) = 0.4151 + \frac{4.137 \times 10^{-3}}{\lambda^2} + \frac{7.652 \times 10^{-4}}{\lambda^4}$$

$N_0$ : 轴上折射率

透镜的中心折射率。

### ■ 轴上的折射率与波长对应关系

SLC  $\phi$  1.8, SLW  $\phi$  1.0, SLW  $\phi$  1.8, SLW  $\phi$  2.0 :

$$n_0(\lambda) = 1.5868 + \frac{8.14 \times 10^{-3}}{\lambda^2}$$

SLW  $\phi$  3.0, SLW  $\phi$  4.0:

$$n_0(\lambda) = 1.6107 + \frac{9.8 \times 10^{-3}}{\lambda^2}$$

SLH  $\phi$  1.8:

$$n_0(\lambda) = 1.6294 + \frac{1.12 \times 10^{-2}}{\lambda^2}$$

## 主要数据

SLW(NA=0.46) $n_0 = 1.592$		
直径	$\sqrt{A}$	レンズ長(Z)
$\phi 1.0\text{mm}$	0.597	2.63mm
$\phi 1.8\text{mm}$	0.327	4.80mm
$\phi 2.0\text{mm}$	0.295	5.33mm
SLC(NA=0.46) $n_0 = 1.592$		
直径	$\sqrt{A}$	レンズ長(Z)
$\phi 1.8\text{mm}$	0.324	4.85mm
SLH(NA=0.60) $n_0 = 1.636$		
直径	$\sqrt{A}$	レンズ長(Z)
$\phi 1.8\text{mm}$	0.418	3.76mm

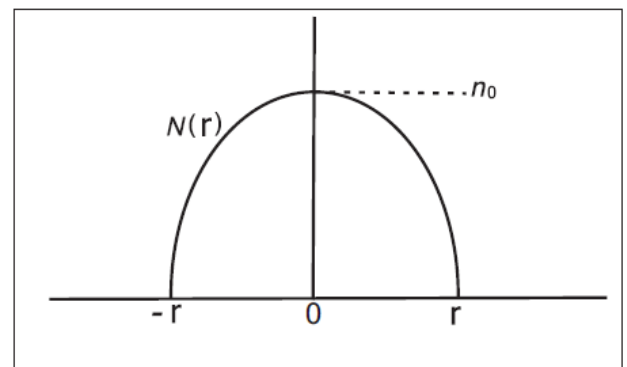
\* 0.25P 的情况下( $\lambda = 1310 \text{ nm}$ )

\*  $\sqrt{A}$ 、透镜的长度以及  $N_0$  的代表值

## 折射率分布的形状

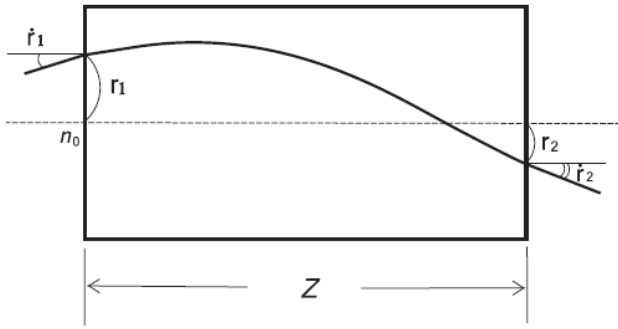
SML 中心折射率最高(轴心折射率) 往四周越来越小。

### ■ 折射率分布曲线(参考图) SELFOC@Microlens



# SML 的成像原理

## ■ 光线走形图



SMLの光线軸跡

- $r_1$ : 入射端面上の光線の位置 (mm)
- $\dot{r}_1$ : 入射端面上の光線の角度 (ラジアン)
- $r_2$ : 出射端面上の光線の位置 (mm)
- $\dot{r}_2$ : 出射端面上の光線の角度 (ラジアン)
- $Z$ : レンズ長 (mm)
- $n_0$ : 軸上屈折率
- $\sqrt{A}$ : 屈折率分布定数

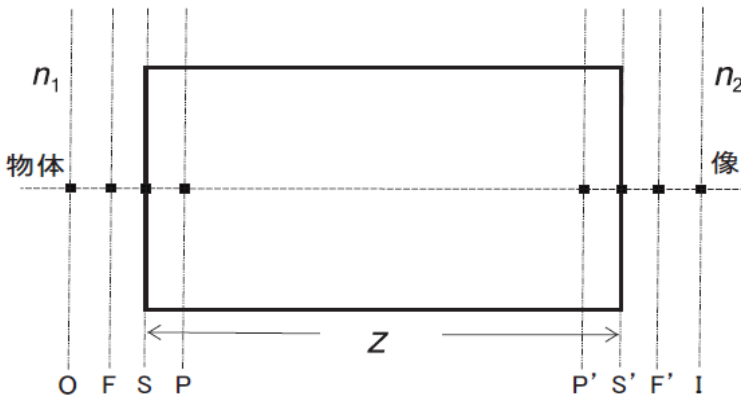
光线的矩阵的公式由下面表示:

$$\begin{bmatrix} r_2 \\ \dot{r}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(Z\sqrt{A}) & \frac{n_1}{n_0\sqrt{A}}\sin(Z\sqrt{A}) \\ -\frac{n_0\sqrt{A}}{n_2}\sin(Z\sqrt{A}) & \frac{n_1}{n_2}\cos(Z\sqrt{A}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ \dot{r}_1 \end{bmatrix}$$

作为特例, 在  $N_1=N_2=1$ (空气) 以及节距在 0.25 时, 矩阵公式可以简化为:

$$\begin{bmatrix} r_2 \\ \dot{r}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{n_1}{n_0\sqrt{A}} \\ -\frac{n_0\sqrt{A}}{n_2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ \dot{r}_1 \end{bmatrix}$$

## ■ 成像方式



<<物体側>>

- F= 前焦点
- S= レンズ端
- P= 主点
- $n_1$  = 媒質屈折率

<<像側>>

- F'= 後焦点
- S'= レンズ端
- P'= 主点
- $n_2$  = 媒質屈折率

物体までの距離  $L_1 = OS$

像までの距離  $L_2 = S'I$

① 透镜端・焦点间距離 (物体側)

$$\overline{FS} = \frac{n_1 \cos(Z\sqrt{A})}{n_0\sqrt{A}\sin(Z\sqrt{A})}$$

② 透镜端至焦点间距離 (像側)

$$\overline{S'F'} = \frac{n_2 \cos(Z\sqrt{A})}{n_0\sqrt{A}\sin(Z\sqrt{A})}$$

③ 焦点距離 (物体側)

$$\overline{FP} = \frac{n_1}{n_0\sqrt{A}\sin(Z\sqrt{A})}$$

④ 焦点距離 (像側)

$$\overline{P'F'} = \frac{n_2}{n_0\sqrt{A}\sin(Z\sqrt{A})}$$

⑤ 主点与透镜端距離 (物体側)

$$\overline{SP} = \frac{n_1 [1 - \cos(Z\sqrt{A})]}{n_0\sqrt{A}\sin(Z\sqrt{A})}$$

⑥ 主点与透镜端距離 (像側)

$$\overline{S'P'} = \frac{-n_2 [1 - \cos(Z\sqrt{A})]}{n_0\sqrt{A}\sin(Z\sqrt{A})}$$

⑦ 透镜端与像面間距離

$$L_2 = \overline{S'I} = \frac{-(n_1 n_2 / \sqrt{A}) \sin(Z\sqrt{A}) - n_2 n_0 L_1 \cos(Z\sqrt{A})}{n_1 n_0 \cos(Z\sqrt{A}) - n_0^2 L_1 \sqrt{A} \sin(Z\sqrt{A})}$$

⑧ 横倍率

$$M_T = \frac{n_1}{n_1 \cos(Z\sqrt{A}) - n_0 L_1 \sqrt{A} \sin(Z\sqrt{A})}$$

⑨ 縦倍率

$$M_L = \left[ \frac{n_1 n_2}{n_1 \cos(Z\sqrt{A}) - n_0 L_1 \sqrt{A} \sin(Z\sqrt{A})} \right]^2$$

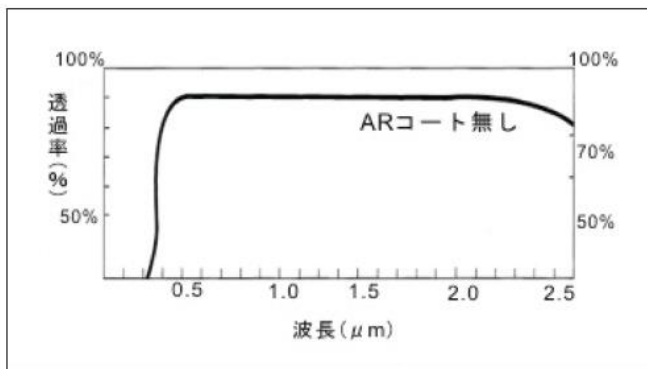
⑩ 角倍率

$$M_A = \frac{n_1 \cos(Z\sqrt{A}) - n_0 L_1 \sqrt{A} \sin(Z\sqrt{A})}{n_2}$$

## 物理参数

- 1) 弹性系数 6000 8000kgf/ mm
- 2) 比重 g/cm
- 3) 線膨張係数  $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- 4) 歪点温度 510°C
- 5) 軟化点温度 470°C (移転温度)
- 6) 泊松比: 0.245

### ■ SML 分光損失特性



## 使用注意事项

1. 避免高温高湿, 建议放在恒温恒湿箱内, 湿度 5%以下。
2. 如果有必要清洗的情况下, 请用含有无水酒精的无纺布轻轻擦拭。切勿过力擦拭, 以免损坏端面。避免在水中清洗, 否则可能会使透镜表面发白, 光学性能下降。
3. 在取透镜时, 使用塑料的镊子, 镊住圆柱侧面, 切勿镊圆柱的底面、表面和边缘。

## 定制服务

本公司可以根据客户不同的需求, 提供定制服务。

## 质量保证

保质期为一年。没有镀膜一面, 保证期一月以内。

质保方式: 免费更换。

人为使用不当或者不可抗拒因素造成对透镜的损坏不在质保范围之内。本说明所记载的所有项目都为参考值, 以实际产品对应指标数为准。

Document# SML\_Technical\_Note\_R1\_13.MAR

