

## MATERIAŁY POMOCNICZE DO WYKŁADU Z BIO- i HYDROAKUSTYKI

### 8. Przetworniki i głowice ultradźwiękowe stosowane w bioakustyce

#### S2. Przetwornik płaski

$$l_o = \frac{4a^2 - \lambda^2}{4\lambda}$$

$$p = j \frac{\rho \cdot c \cdot k}{2\pi \cdot R} \cdot \pi \cdot a^2 \cdot V_a \cdot \left[ \frac{2J_1(k \cdot a \cdot \sin \theta)}{k \cdot a \cdot \sin \theta} \right] \cdot e^{j(\omega t - kR)}$$

$$l_o = \frac{a^2 + b^2}{\pi \lambda} \cdot \left( 1 - \frac{a}{2 \cdot b} \right)$$

$$p = j \frac{\rho \cdot c \cdot k}{2\pi \cdot R} \cdot V_a \cdot a \cdot b \cdot \left[ \frac{\sin \frac{ua}{2}}{\frac{ua}{2}} \right] \cdot \left[ \frac{\sin \frac{wb}{2}}{\frac{wb}{2}} \right] \cdot e^{j(\omega t - kR)}$$

#### S3. Przetwornik płaski

$$2\theta_0 = 2 \arcsin(0.61 \cdot \lambda / a)$$

$$2\theta_{3dB} = 2 \arcsin(0.257 \cdot \lambda / a)$$

$$2\theta_{0xz} = 2 \arcsin(\lambda / a)$$

$$2\theta_{0yz} = 2 \arcsin(\lambda / b)$$

$$2\theta_{3dBxz} = 2 \arcsin(0.442 \cdot \lambda / a)$$

$$2\theta_{3dByz} = 2 \arcsin(0.442 \cdot \lambda / b)$$

#### S4. Przetwornik sferyczny

$$p(x)_{z=f_f} = j \frac{\rho \cdot c \cdot k}{2f_f} \cdot a^2 \cdot V_a \cdot \left[ \frac{2J_1\left(\frac{k \cdot a \cdot x}{f_f}\right)}{\frac{k \cdot a \cdot x}{f_f}} \right] \cdot e^{j(\omega t + kx^2/2z)}$$

$$K(\theta, \varphi) = \left| \frac{2J_1\left(\frac{k \cdot a \cdot R}{f_f} \cdot \sin \theta\right)}{\frac{k \cdot a \cdot R}{f_f} \cdot \sin \theta} \right|$$

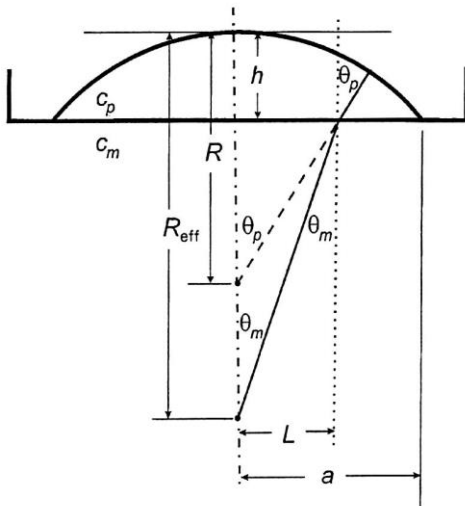
$$p(z, t)_{\theta=0} = \frac{2\rho c V_a}{1 - \frac{z}{f_f}} \cdot \sin \left[ \frac{\pi a^2}{\lambda} \left( \frac{1}{z} - \frac{1}{f_f} \right) \right] \cdot e^{j\left(\omega t - k\left(z + \frac{f_f - z}{f_f \cdot z} a^2\right)\right)}$$

$$d_o = 1.22 \cdot \lambda \cdot f_f / a$$

$$d_{3dB} = 0.514 \cdot \lambda \cdot f_f / a$$

$$d_z = 1.22 \cdot \lambda \left( \frac{f_f}{a} \right)^2$$

### S7. Ogniskowanie wewnętrzne – rozmycie ogniska

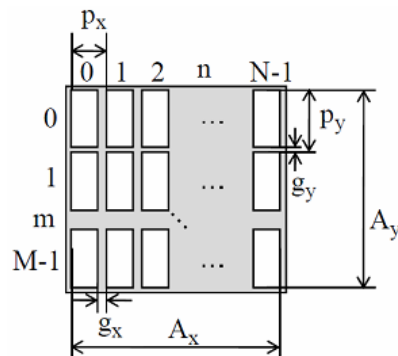
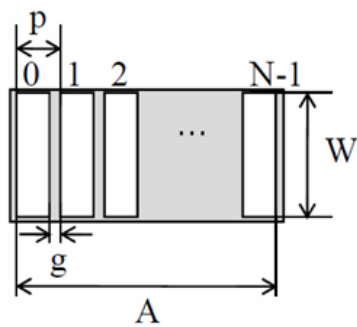


$$h = R \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{a^2}{R^2}} \right)$$

$$R_{eff}(L) = \frac{c_p}{c_m} \sqrt{L^2 \left( 1 - \frac{c_m^2}{c_p^2} \right) + (R-h)^2} + h$$

$$R_{eff} = R \frac{h + \frac{L}{\operatorname{tg}(\theta_m)}}{h + \frac{L}{\operatorname{tg}(\theta_p)}}$$

### S9. Ultradźwiękowe głowice wieloelementowe – konfiguracje matryc przetworników



### S10. Typy głowic USG

głowica liniowa 1-D

głowica convex

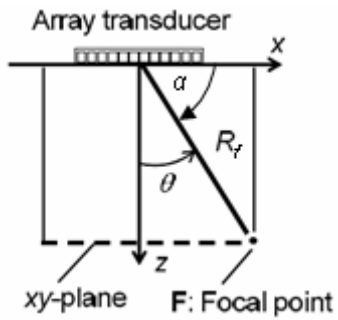
głowica fazowa

głowica liniowa 1.5-D

głowica liniowa wektorowa

głowica pierścieniowa (skanowanie mechaniczne)

## S12. Ogniskowanie i odchylenie wiązki

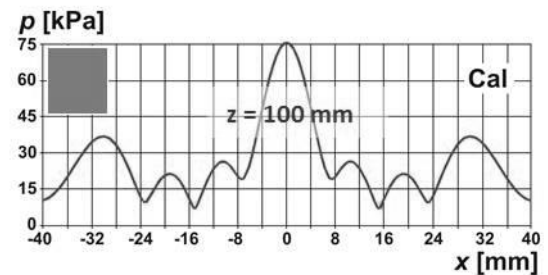
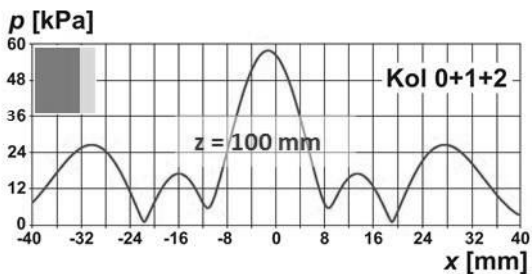
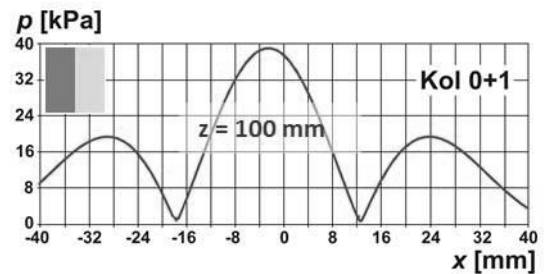
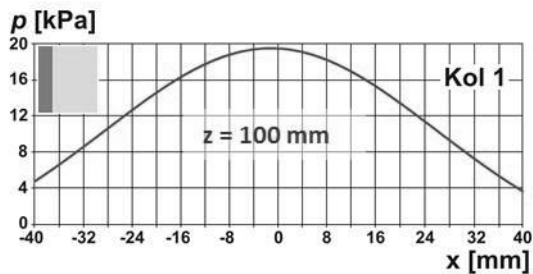


$$\tau_n = \frac{np \sin \alpha}{c}$$

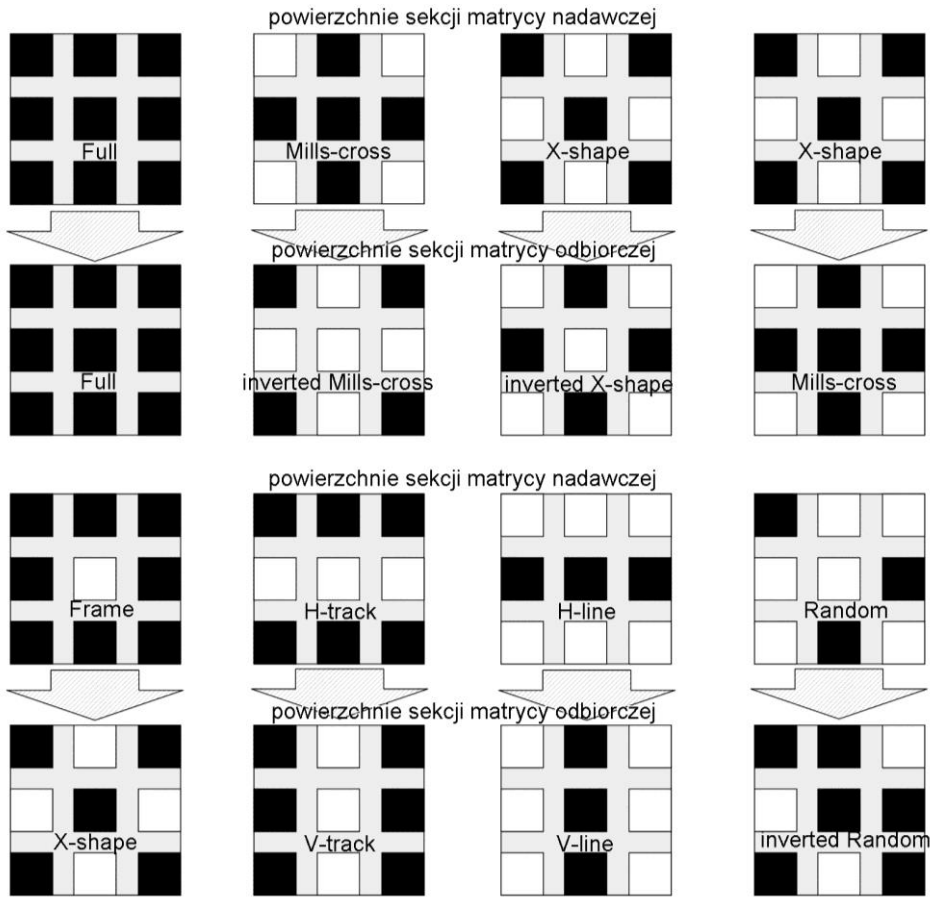
$$\tau_n = \frac{1}{c} \left( R_f - \sqrt{\left( 1 - \left( \frac{N-1}{2} - n \right) p \right)^2 + R_f^2} \right)$$

$$\tau_n = \frac{1}{c} \left( R_f - \sqrt{\left( - \left( \frac{N-1}{2} - n \right) p \right)^2 + R^2 - 2 \left( - \left( \frac{N-1}{2} - n \right) \right) p R_f \sin \theta} \right)$$

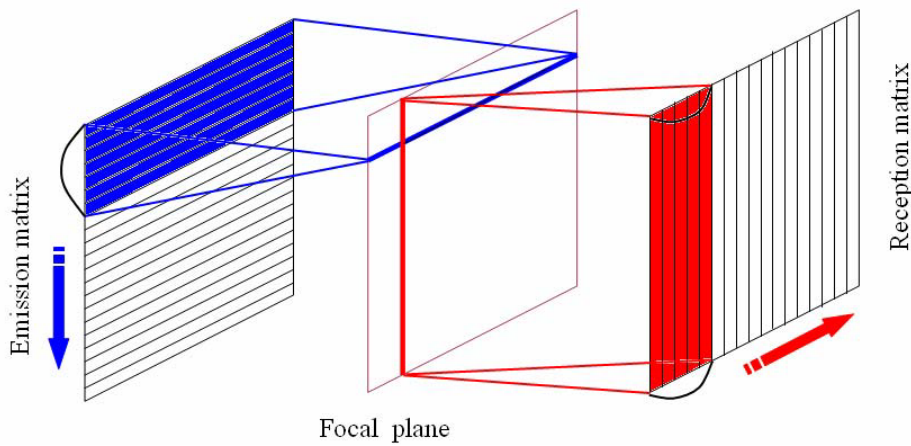
## S18. Matryce 2-D: formowanie wiązki poprzez załączanie różnych układów przetworników



### S19. Matryce 2-D: formowanie wiązki poprzez załączanie różnych układów przetworników



### S21. Matryce przetworników ultradźwiękowych 2-D do obrazowania projekcyjnego



## S22. Matryca pojemnościowych przetworników ultradźwiękowych poddanych mikroobróbce mechanicznej (CMUT)

