Felületazonosítás moirémódszerrel

Összeállította:
Antal Ákos
antalakos@antalakos.hu

Belső használatra.

Kivonat

Az alábbiakban összefoglaljuk a két legfontosabb – a projekciós és az árnyék – moiré berendezés segítségével végezhető felületazonosítás során használható összefüggéseket. Segítségükkel a moiréképből visszaállítható a felületi pont harmadik koordinátája.

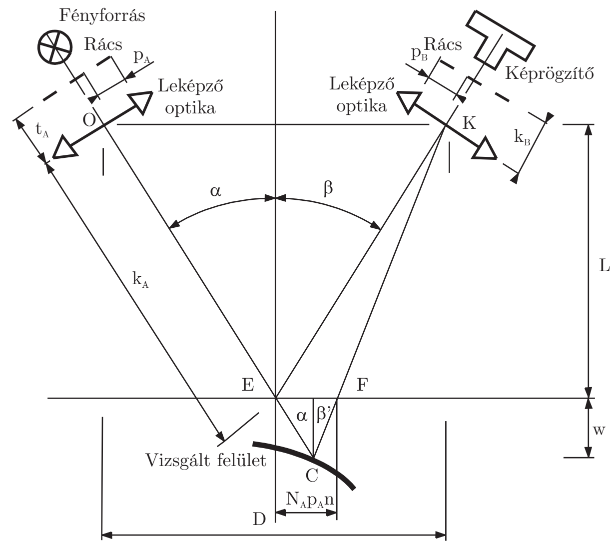
1. A moiréjelenség

A mechanikai interferenciának is nevezett moiréjelenség két periódikus struktúra egymásrahatásából jön létre. A két eltérő térfrekvenciájú alapstruktúra a térfrekvenciák különbségének megfelelő moirécsíkokat hoz létre. A felület-, alak- vagy deformációmérési alkalmazás alapgondolata az, hogy az egyik – vagy a referencia – állapottal hozunk kapcsolatba egy alapstruktúrát, és a mérendő vagy a deformált állapottal egy másikat; ekkor a köztük létrejövő moiréjelenségből a két állapot közötti különbségre következtethetünk.

Ha a moiréjelenség létrejöttét egy mintavételezési folyamatként értelmezzük, akkor például felületmérés esetén a vizsgálandó felületre képzett rács a felület alakjának megfelelően deformálódik, így információt hordoz a felületről. Amikor ezt a deformált rácsot hozzuk kapcsolatba a másik – egyenközű referencia – ráccsal, akkor a jelenség generálása során lényegében ekvidisztáns mintavételezést végzünk.

2. A projekciós moiréberendezés

Az 1. ábrán látható, úgynevezett projekciós elrendezés [1] [2] esetében a vizsgált tárgy felületére egy optikai rendszer segítségével lineáris alaprácsot képezünk le. A tárgy felületén megjelenő csíkokat a berendezés analizáló részegységének optikai rendszere egy másik ernyőn elhelyezkedő alaprácsra – a vizsgáló, vagy referenciarácsra – képezi le. Így az ernyőn egyszerre két csíkozat látható; maga a vizsgálórács, illetve a tárgy felületét borító csíkozat képe. A szemlélő számára e két rácsozat egymásrahatása hozza létre a moiréjelenséget.



1. ábra. *A projekciós moiréberendezés vázlata*

Az így keletkezett moiréképből a tárgy mélységméretének kiolvasásához tekintsük az 1. ábra kirészletezésével készült 2.a ábra ECF háromszögét. Az ábrán látható háromszögek hasonlóságából:

$$\frac{np_AN_A - x}{w} = tg\alpha \tag{1}$$

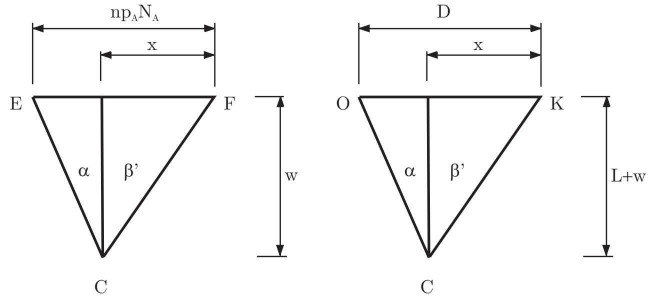
$$\frac{x}{w} = tg\beta' \tag{2}$$

Az (1) (2)-be történő behelyettesítésével és az átrendezés után

$$w = \frac{np_AN_A}{tg\alpha + tg\beta'} \tag{3}$$

Hasonlóan a 2.b ábrán látható OKF háromszögből:

$$\frac{D-x}{L+w} = tg\alpha \tag{4}$$



(a) (b)

2. ábra. *Segédábrák a projekciós moiréberendezés feloldásának meghatározásához (a), (b)*

$$\frac{x}{L+w} = tg\beta' \tag{5}$$

A (4) és az (5) összevonásából:

$$tg\alpha + tg\beta' = \frac{D}{L+w} \tag{6}$$

Az 1. ábra alapján a leképző rendszer lineáris nagyítása:

$$N_A = -\frac{k_A}{t_A} \tag{7}$$

A lencsetörvény alapján a leképzésre érvényes:

$$\frac{1}{f_A} = \frac{1}{k_A} - \frac{1}{t_A} \tag{8}$$

Írható továbbá az 1. ábra alapján, hogy:

$$k_A = \frac{L}{\cos\alpha} \tag{9}$$

A (8) és a (9) összefüggésből:

$$t_A = \frac{f_A L}{f_A \cos\alpha - L} \tag{10}$$

Behelyettesítve a (7)-be a (9)-et és a (10)-et megkapjuk a lineáris nagyítás mérékét:

$$N_A = \frac{L - f_A \cos\alpha}{f_A \cos\alpha} \tag{11}$$

Tételezzük fel, hogy:

$$L + w \approx L \tag{12}$$

$$f_A = f_B = f \tag{13}$$

$$p_A = p_B = p \tag{14}$$

Így a (3) átírható a következő alakra:

$$w = \frac{npN_A}{tg\alpha + tg\beta'} \tag{15}$$

A (11), a (12), a (13) és a (14) alapján:

$$w = \frac{LnpN}{D} \tag{16}$$

3. Az árnyék-moiré berendezés

A másik ismert elrendszés [3] [4] [5] az úgynevezett árnyékmoiré. Az alapelrendszés a 3. ábrán látható. Az A pontszerű fényforrás megvilágítja a vizsgálórácsot, melyen egyenközű csíkozat található. Ennek következtében a rács árnyékot vet a vizsgálandó felületre. A fényforrástól eltérő helyen elhelyezkedő B megfigyelő számára láthatóvá válik egyrészt a vizsgálórács, másrészt a vizsgálórács árnyékvetéséből a tárgy felületén megjelenő csíkozat, mely természetesen a tárgy alakjának és helyzetének megfelelően torzul. E két csíkozat egymásrahatása moiréjelenséget eredményez. Az $ABC\triangle$ és az$ECF\triangle$ hasonlósága alapján:

$$\frac{w+L}{D} = \frac{w}{wtg\alpha' + wtg\beta'} \tag{17}$$

$$\frac{w+L}{D} = \frac{1}{tg\alpha' + tg\beta'} \tag{18}$$

innen

$$tg\alpha' + tg\beta' = \frac{D}{w+L} \tag{19}$$

Az $ECF\triangle$-ből

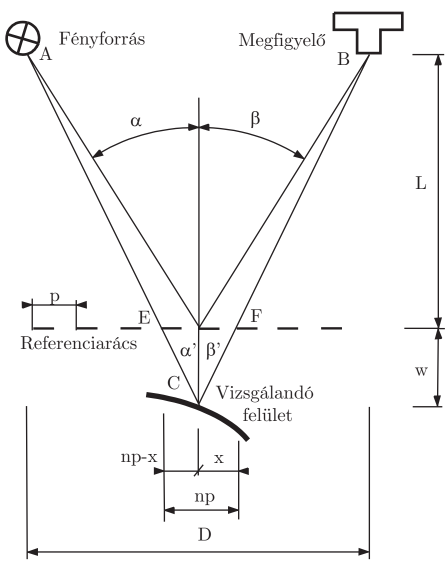
$$wtg\alpha' = np - x \tag{20}$$

$$wtg\beta' = x \tag{21}$$

így

$$tg\alpha' = \frac{np-x}{w} \tag{22}$$

$$tg\beta' = \frac{x}{w} \tag{23}$$



3. ábra. *Az árnyék-moiré berendezés*

Összeadva a (22) és a (23) összefüggéseket:

$$\frac{np-x}{w}+\frac{x}{w}=tg\alpha'+tg\beta' \tag{24}$$

Majd rendezve:

$$\frac{np}{w}=tg\alpha'+tg\beta' \tag{25}$$

innen

$$w=\frac{np}{tg\alpha'+tg\beta'} \tag{26}$$

és mivel

$$tg\alpha'+tg\beta'=\frac{D}{w+L} \tag{27}$$

így

$$w=\frac{np\,(w+L)}{D} \tag{28}$$

$$w=\frac{npw}{D}+\frac{npL}{D} \tag{29}$$

innen

$$w=\frac{npL}{D-np} \tag{30}$$

Ha feltételezzük, hogy

$$w<<L \tag{31}$$

akkor

$$L+w\approx L \tag{32}$$

így

$$w=\frac{npL}{D} \tag{33}$$

Hivatkozások

[1] der Hovanesian J., Hung Y. Y.: Moiré contour-sum, contour-difference, and vibration analysis of arbitrary objects, Applied Optics, Vol. 10., No. 12., 1971. pp. 2734-2738.

[2] Idesawa, M., Yatagai, T., Soma, T.: Scanning moiré method and automatic measurement of 3-D shape, Applied Optics, Vol. 16., No. 8., 1977, pp. 2152-2162.

[3] Takasaki H.: Moiré Topgraphy, Applied Optics, June 1970., Vol. 9., No. 6., pp. 1467-1472.

[4] Takasaki H.: Moiré Topgraphy, Applied Optics, June 1973., Vol. 12., No. 4., pp. 845-850.

[5] Meadows D. M., Johnson W. O., Allen J. B.: Generation of surfaces Contours by Moiré Patterns, Applied Optics, April 1970., Vol. 9., No. 4., pp. 942-947.