

Mozgómágneses tárolók optimális írási munkapontja

ETO 621.377.623.22:631.327.63

A digitális számítógépek fejlesztése során döntő feladat a tároló kapacitásának növelése, árának csökkentése, működési sebességének és megbízhatóságának fokozása. Jelenleg nem áll rendelkezésre olyan tárolótípus, mely az összes követelményt maradéktalanul kielégítené. Ezért a modern digitális számítógépekben különböző technológiával készült tárolóegységek hierarchikus szervezését alkalmazzák. A számítógép központi egységében gyors, de költséges és így viszonylag kis tárolási kapacitású ún. operatív tárolót alkalmaznak (leggyakrabban ferritgyűrűs vagy integrált áramkörös tárolót). Az operatív tároló mögött nagy kapacitású, olcsó, de viszonylag lassú tárolók — háttértárolók — vannak. A háttértárolók és az operatív tároló közötti információcserét a számítógép egyéb műveleteivel lehetőleg átlapolva végezzük.

A leggyakrabban alkalmazott háttértárolók ma is — és még várhatóan hosszabb ideig — mozgómágneses tárolók (mágneselem, mágneselem, mágneselem és mágneselem). A mozgómágneses tárolókban egy folytonos mágneses közeg mozog egy vagy több író/olvasó fejhez viszonyítva. Az adatok rögzítését és a tárolt adatok érzékelését az író/olvasó fej végzi. Az adatokhoz a tároló közeg fejhez viszonyított mozgásával férhetünk hozzá.

A digitális adatok tárolására a megbízhatóság növelése érdekében a tároló közegét valamilyen irányban telítésig mágnesezzük. Mivel a kiolvasott jel a fejhez kapcsolódó fluxus — és ezen keresztül a tároló közegben létrehozott mágnesezés — változásával arányos, az írási folyamat során kis mágnesezés-átváltási hossz elérésére törekszünk.

A mozgómágneses tárolók írási folyamata kellő pontossággal a dinamikus önfenntartó mágnesezés-eloszlás módszerével vizsgálható [1, 2, 3]. A szükséges számítások számítógépen iterációs módszerekkel végezhető el. A módszer hátránya, hogy a mozgómágneses tároló különböző paramétereinek hatását csak nagyon nehézkesen lehet szétválasztani.

A cikkben az írási folyamat egyik alapvető mechanizmusát tárgyaljuk egy egyszerűsített modell alapján. Az egyszerűsített modell a gyakorlat szempontjából fontos vékony tároló közeg esetén viszonylag jó közelítést szolgáltat. Döntő előnye — a lényegesen kisebb számítási bonyolultság mellett —, hogy kvalitatíve helyes eredményeket szolgáltat, és felhívja a figyelmet a tároló minőségét alapvetően befolyásoló tényezők közötti kölcsönhatások jellegére.

Az írási folyamat részletes vizsgálatával más helyen már foglalkoztunk [3, 4]. Itt vékony tároló közeg esetén a minimális mágnesezés-átváltási hosszhoz tartozó íróáram és a mágnesezés-átváltási hosszhoz a tároló alapvető paramétereire vonatkozó érzé-

kenysége közötti kapcsolatot vizsgáljuk. A vizsgálat során eltekintünk a tároló közegben kialakuló mágnesezési minta visszahatásától (a lemágneseződéstől). A tároló közeg visszahatása ugyan jelentősen befolyásolja az írási folyamat során kialakuló mágnesezés-átváltás alakját és hosszát, elhanyagolásával azonban jobban kidomborodik e vizsgálatunk tárgyát képező mágneses és mechanikai toleranciák hatása.

Az íróáram optimális értéke

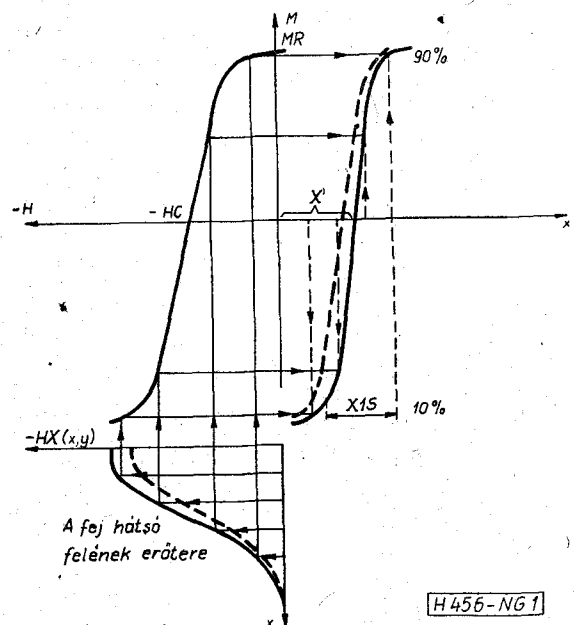
Tételezzük fel, hogy az írófej alatt v sebességgel elhaladó tároló közeg a mozgás irányában (x irány) $+MR$ remanens állapotba elő van mágnesezve. Tételezzük fel továbbá, hogy a tároló közeg vékony és csak az x irányú mágnesezést vizsgáljuk. Az írótekerésre negatív áramugrást adva, és a tároló közeg visszahatását elhanyagolva, a kialakuló mágnesezés-átváltás az 1. ábra alapján határozható meg.

Az 1. ábra alapján a mágnesezés-átváltás hossza minimális, ha

$$\frac{\partial M}{\partial x} = \frac{\partial M}{\partial HX} \cdot \frac{\partial HX}{\partial x} = \max. \quad (1)$$

Adott hiszterézishurkú tároló közeg esetén tehát a

$$\frac{\partial HX}{\partial x} = \max \quad (2)$$



1. ábra. Az írási folyamat egyszerűsített modellje

feltétel biztosítja a minimális átváltási hosszat. Az írófej szórt mágneses terének x irányú összetevőjét a Karlquist-féle közelítéssel [5] határozhatjuk meg:

$$HX(x, y) = \frac{HG}{\pi} \left[\operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{x+G/2}{y} \right) - \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{x-G/2}{y} \right) \right] \quad (3)$$

ahol HG = a térerősség az írófej légrésében,
 G = az írófej légrésének szélessége,
 x = az írófej légrésének közepétől a tároló közeg mozgásának irányában mért távolság,
 y = az írófej pólusainak síkjától a tároló közeg irányában mért távolság.

$$HG = \frac{0,4\pi NI [A]}{G [cm]} E [Oe], \quad (4)$$

ahol N = az írótekerces menetszáma,
 I = az íróáram értéke,
 E = az írófej hatásfoka.

A mágnesezés-átváltási hossz szempontjából optimális írási munkapont a

$$HX(x_{\text{opt}}, y) = HC \quad (5)$$

és a (2) és (3) összefüggések alapján a

$$16y^4 - 32x^2y^2 + 8G^2y^2 + 8G^2x^2 - 48x^4 + G^4 = 0 \quad (6)$$

egyenlet megoldásából adódik. Adott légrésszélesség (G), fejréteg távolság (y), tároló közeg (HC) és írófejhatásfok (E) esetén a (6) egyenletből kapott x_{opt} optimális munkaponthoz tartozó íróáram értéke a (3), (4) és (5) egyenletekből meghatározható.

Az írotér meredekségének érzékenysége

A mozgómágneses tárolók paraméterei a gyártás során csak bizonyos toleranciával állíthatók be, és külső tényezők hatására is megváltozhatnak. A paraméterek toleranciáinak hatását az érzékenységgüggvények bevezetésével vizsgálhatjuk. A mozgómágneses tárolók jellemzőit alapvetően befolyásoló két paraméter, a G légrésszélesség és az y fejréteg távolság.

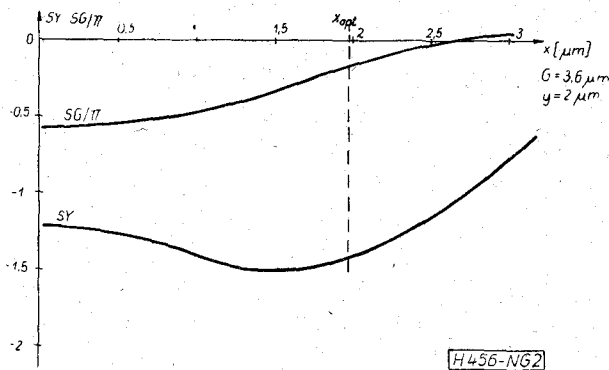
Bevezetve az

$$SX = \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{\Delta \left(\frac{\partial HX}{\partial x} \right) / \left(\frac{\partial HX}{\partial x} \right)}{\Delta y / y} = \frac{\partial^2 HX}{\partial x \partial y} \cdot \frac{y}{\frac{\partial HX}{\partial x}} \quad (7)$$

és az

$$SG = \lim_{\Delta G \rightarrow 0} \frac{\Delta \left(\frac{\partial HX}{\partial x} \right) / \left(\frac{\partial HX}{\partial x} \right)}{\Delta G / G} = \frac{\partial^2 HX}{\partial x \partial G} \cdot \frac{G}{\frac{\partial HX}{\partial x}} \quad (8)$$

relatív érzékenységeket, megvizsgálhatjuk a fejréteg távolság és a légrésszélesség toleranciáinak az írotér meredekségére, azaz a felírt mágnesezés-átváltás szélességére gyakorolt hatását. A 2. ábrán mágneslemez-tároló paraméter-érzékenységét és optimális írási munkapontját tüntettük fel.



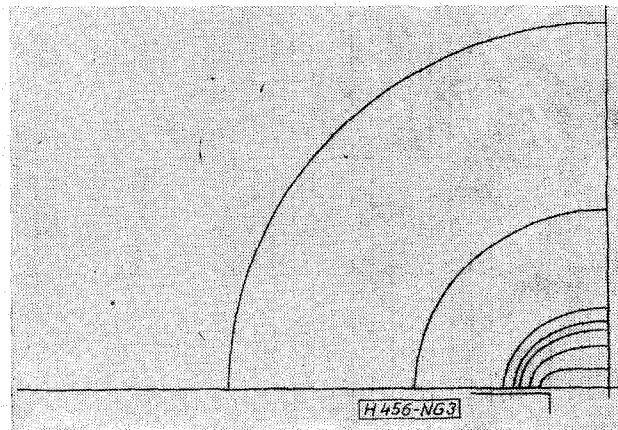
2. ábra. Mágneslemez-tároló paraméter-érzékenysége

Egy $G = 3,6 \mu\text{m}$ névleges légrésszélességű, $y = 2 \mu\text{m}$ névleges fejréteg távolságú, $E = 0,6$ hatásfokú és $HC = 456$ Oe koerctív erejű mágneslemez-tároló esetén a minimális átváltási hosszhoz tartozó optimális gerjesztés értéke 0,689 Amper (a (3), (4), (5) és (6) egyenletek alapján). A gerjesztés értékét 0,825 Amperre növelve és sok fejen méréseket végezve (a fejek légrésszélessége és fejréteg távolsága a névleges érték körül ingadozik), a kiolvasott jel mért amplitúdóértékeinek szórása 10,60311%, 1,2 Amperre növelve pedig 6,0816% volt. Ez jól egyezik az elméleti megfontolások eredményeivel.

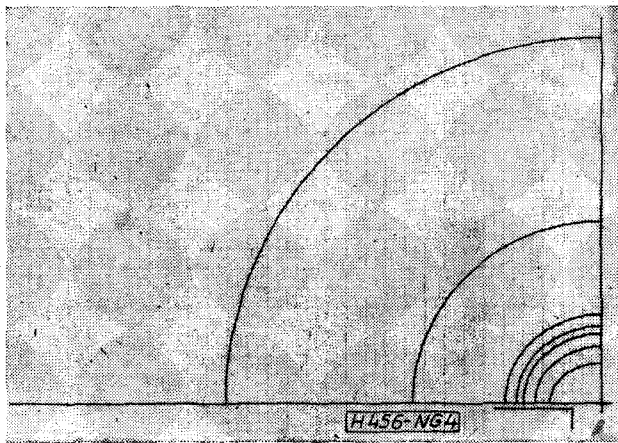
Az íróáram növelésének hatása

Érzékenységi vizsgálatunk alapján a fejréteg távolság és a légrésszélesség-ingadozás mágnesezés-átváltási hosszra gyakorolt hatásának csökkentése érdekében kívánatos az íróáram értékének növelése. Ez viszont a felírt mágnesezés-átváltást aszimmetrikussá teszi.

Az írófej szórt terének intenzitásgörbéit a H-EQUIP program [4] segítségével kiszámítottuk és rajzgépen kirajzoltattuk (3. és 4. ábra). Az írófej ugrásszerű gerjesztésekor kialakuló szórt tér valamilyen H_1 értékénél kezdődik és H_2 értékénél befejeződik a tároló közeg átmágneseződése. A 3. és a 4. ábrából látható, hogy az íróáram növelésével a ki-



3. ábra. Az írófej szórt terének intenzitásgörbéi ($G = 3,6 \mu\text{m}$, $HG = 1000$ Oe, $H = 100, 200, 400, 456, 500, 600, 800$ Oe., 1 osztás = $0,6 \mu\text{m}$)



4. ábra. Az írófej szórt terének intenzitásgörbéi ($G = 3,6 \mu\text{m}$, $HG = 2000 \text{ Oe}$, $H = 100, 200, 400, 456, 500, 600, 800 \text{ Oe}$, 1 osztás = $1,2 \mu\text{m}$)

sebb térerősségű kontúrok a légrés középvezetől nagyobb mértékben távolodnak el, mint a nagyobb térerősségű kontúrok. Így a tároló közegben kialakuló mágnesezés-átváltás — és ezáltal a kiolvasott jel is — aszimmetrikus lesz. Az aszimmetria az íróáram növelésével egyre nő, aminek eredményeként kisebb írássűrűség érhető el [6]. Természetesen a közeg visszahatása módosítja a kialakuló mágnesezés-átváltás alakját.

A továbbiakban külön kell választani a fémes és az oxidos tároló közegű mozgómágneses tárolókat. Fémes tároló közegek esetén a mágnesezés-átváltás meredekségének tolerancia-érzékenysége miatt célszerű lenne az íróáram növelése, ennek azonban hátrált szab a kiolvasott jel aszimmetriájának növekedése.

A gyakorlatban széles körben alkalmazott orientált $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ tároló közeg esetén figyelembe kell venni, hogy a gyártás során az egyes részecskéket külső mágneses térrel azonos irányba igyekeznek beállítani. A tároló működése során alkalmazott író- és törlőterek ennél az orientáló térnél kisebbek. Az egyes oxidrészecskék paraméterei is szórnak, és a nagyobb koercitív erejű részecskék hatásos előmágnesező teret hoznak létre. Ezért a tároló közeg hiszterézisgörbéi a pozitív és a negatív íróterekre nézve különbözni fognak. Ez a mágnesezés-átváltásokat is eltérővé teszi, a hatást azonban az íróáram értékének növelése csökkenti. Oxidos tároló közeg esetén tehát az író szórt mágneses tér kontúrjainak aszimmetriája és a részecskék effektív előmágnesező tere határozza meg az íróáram kívánatos értékét.

I R O D A L O M

- [1] Iwasaki, S.—Suzuki, T.: Dynamical interpretation of magnetic recording process. IEEE Trans. Magnetics, Vol. MAG—4, pp. 269—276, Sept. 1968.
- [2] Potter, R. I.—Schmittian, R. J.: Self-Consistently Computed Magnetization Patterns in Thin Magnetic Recording Media. IEEE Trans. Magnetics, Vol. MAG—7, pp. 873—880, Dec. 1971.
- [3] Németh G.: Az írás és olvasás folyamatainak modellezése mozgómágneses tárolóknál. BME HEI Intézeti Tanulmány, 1976. jan.
- [4] Németh G.: Az írási folyamat vizsgálata mozgómágneses tárolóknál. Mérés és Automatika, (Megjelenés alatt.)
- [5] Karlquist, O.: Calculation of the magnetic field in the ferromagnetic layer of a magnetic drum. Trans. Royal Inst. of Tech., Stockholm, 1954. 86., pp. 3—27
- [6] Morrison, J. R.: An Analysis of Recording Demagnetization. IEEE Trans. Magnetics, Vol. MAG—5, pp. 949—954, Dec. 1969.