

(A2)

73.617/KOT

**KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY****KIVONAT**

Eljárás mágnesezettség ultragyors megfordítására

A találmány egy síkban mágnesezett réteg(3) mágnesezettségének ultragyors megfordítására szolgáló rendszerre vonatkozik. Ehhez egy $\vec{H}_\text{ex}$ külső mágneses térerőt alkalmaznak úgy, hogy az $\vec{M}$ mágnesezettség a $\vec{H}_\text{ex}$ külső mágneses térerő körül precesszál és a $\vec{H}_\text{ex}$ külső mágneses térerőt addig tartják fönt, míg a precesszió elegendő hatást gyakorol a mágnesezettség megfordítására. A $\vec{H}_\text{ex}$ külső mágneses erőteret az $\vec{M}$ mágnesezettségre körülbelül merőlegesen alkalmazzák.

A. Alvar

B. N.

73.617/KOT

A2

**KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY —**

Eljárás mágnesezettség ultragyors megfordítására

A találmány tárgya eljárás ultragyors mágnesezettség megfordításra kis alkalmazott mágneses térerők segítségével. Részletesebben a találmány tárgya mágneses rögzítésre vonatkozik.

A mágnesezettség megfordítása egy olyan elemi folyamat, mely civilizációnk kulcs technológiáinak, így az elektromos átalakítás vagy a mágneses rögzítés alapját képezi. A jelenlegi gyakorlatnak megfelelő szokásos mágnesezettség megfordításában a megváltozó irányú mágneses térerő párhuzamos és ellenkező irányú a mágnesezési iránnyal. Ezért a megfordítás sebességét egy nano-másodperces nagyságrendű időskála kell hogy leírja.

A mágneses rögzítés egy interdiszciplináris munkaterület, mely magába foglalja a fizikát, az anyagtudományokat, a híradástechnikát és a gépészmérnöki tudományokat. A mágneses rögzítés fizikája magában foglalja a mágneses fejek, a rögzítő közeg és a fej és a közeg közötti információ átvitel tanulmányozását.

Számos az adatrögzítéshez és adattároláshoz alkalmazható mágneses rögzítő rendszer ismert. A szokványos rendszerek egy mágneses rögzítő felületen egy mágneses jelsorozatot alkalmaznak. A mágneses közeg rendelkezik egy mágnesezési

iránnyal vagy egy előmágnesezettséggel, ahol a mágneses jelet egy szimpla nyomvonal, vagy számos párhuzamos nyomvonal hosszirányában alakítjuk ki. A közeg egy nem mágnesezhető hordozón elhelyezkedő mágneses réteg formájában van jelen. A rögzítés, vagy írás a médium és a rögzítő átalakító - melyet írófejnek is neveznek - között létrehozott relatív mozgás révén jön létre. Általában az írófej egy gyűrű-alakú, a mágnesezhető közeggel szembe eső oldalán egy résszel rendelkező elektromágnes. Amikor a fejre a felírandó jelet képviselő íróáramot rávezetjük, a rés szélein kialakuló mágneses térerő a közeget ennek megfelelően mágnesezi. A rögzített mágnesezettség képezi a fent említett jelsorozatot, mely a legegyszerűbb esetben összefüggő rúd-mágnesek sorozatai. Egy „1-es” értékű bit az áram polaritásának egy megváltozásának felel meg, míg egy „0-ás” értékű bit az íróáram polaritásának változatlanságát jelenti. A mozgó lemez így „+” irányba mágneseződik pozitív áram és „-” irányba mágneseződik negatív áram irány esetén. Más szóval az eltárolt „1 értékű bitek” mutatják, hogy a lemezen hol fordult meg a mágneses irány és a „0 értékű bitek” az „1 értékű bitek” között helyezkednek el.

Az évek során sokféle mágneses közeget alkalmaztak a mágneses rögzítéshez. Ugyanakkor a legmodernebb mágneses közeghez egy nem-mágneses tulajdonságú hordozón kialakított vékony ferromágneses réteget használnak. A mágneses réteg kialakítható műanyag mátrixban elhelyezkedő mágneses szemcsékkel. Alternatív módon a mágneses réteg lehet egy

vákuumban ülepített fém, oxid film. A vékony mágneses réteg alkalmazása a hordozó számos lehetséges konfigurációját teszi lehetővé. A mágneses közegek „kemény” vagy „lágym” közeg csoportba sorolhatók. A kemény közegek nagy alkalmazott térerősséget igényelnek a permanens mágnesezettséghez. Ha már mágneseződtek, nagy mágneses térerő szükséges a mágnesezés megfordításához és a közeg letörléséhez. Az ilyen nagy telítéssel és magas koercitív erővel rendelkező közegek az olyan alkalmazásokhoz megfelelőek, mint a számítógépes adattárolás. A lágym közegek ezzel szemben viszonylagosan kis mágneses térerőt igényelnek mágnesezésükhöz. Ezek az anyagok alkalmasabbak az olyan alkalmazásokhoz, mint az audio rögzítés. A közeg megválasztása befolyásolja a közegre történő írás mágnesezési módját. Ennek az az oka, hogy a rögzítésre kerülő mágnesezés irányát erősen befolyásolja az alkalmazott közeg mágneses anizotrópiája. Így különböző rögzítési eljárások léteznek, például a hosszirányú rögzítés, ahol a mágnesezési irány a nyomvonal hosszirányában helyezkedik el, vagy a keresztirányú rögzítés, ahol a közeg keresztirányú anizotrópiát mutat. A hosszirányban elhelyezkedő tű-alakú szemcsékkel rendelkező közegek hajlamosak hosszirányban magasabb remanens mágnesezettséget mutatni és ezért a hosszirányú rögzítéshez alkalmasabbak. Ezt a hosszirányú elrendeződést megfelelő fej kialakítással használhatjuk ki, például gyűrű-alakú fejjel, mely alkalmazható a hosszirányú térerőkhöz. A hosszirányú rögzítés jelenleg a leginkább alkalmazott és használt technika.

Mindazonáltal a közeg egy film síkjára keresztirányban is kialakítható. Az ilyen közeg magasabb remanens mágnesezettséggel rendelkezik keresztirányban és a keresztirányú rögzítéshez alkalmasabb. Ezt a keresztirányú elrendeződést egy fej kialakítással használhatjuk ki, például egy egypólusú fejjel, mely a keresztirányú térerőknél kedvezően alkalmazható. A keresztirányú rögzítésnél alkalmazott közegnél általában jellemző, hogy a hosszirányú rögzítéshez képest stabilisabb nagy sűrűségű jelrögzítést biztosít.

Az 5268799 lajstromszámú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás mágneses rögzítéshez és reprodukcióhoz való fejet ismertet, mely egy jelet rögzít és reprodukál egy mágneses rögzítésre való közegről, mely keresztirány mágnesezhető filmmel rendelkezik. A mágneses rögzítő és reprodukáló fej tartalmaz egy mágneses érzékelő szakaszt, mely szakasz áll egy vékony, lágy mágneses anyagból készült tűből és egy a vékony tű körül tekercselt gerjesztő tekercsből a vékony tű mágnesezésére és így a mágneses rögzítő közegre egy jel felírására. A rögzített jel reprodukálásához a mágneses érzékelő szakasznál nagyfrekvenciás elektromos energiát alkalmaznak hogy visszavert hullámokat hozzanak létre és a visszavert hullámokban a mágneses rögzítő közegre felvett jel következtében előálló mágneses térerő veszteség által okozott változásokat a rögzített jel megfelelőjeként detektálják.

Black, C. H. és társai a „Mágnesezettség megfordítása ultra-lágy mágneses térerő pulzusokban” című, a Physical Review

Letters, vol. 81, 3251 (1998), cikkükben Co/Pt keresztirányban mágnesezett filmekben egy a mágnesezettség megfordításának megfigyelésére végzett kísérletet írnak le, mikor is egy rövid, de erős mágneses térerő pulzust alkalmaztak. Az alkalmazott mágneses térerő pulzus nagyon erős és emiatt nem alkalmas mágneses rögzítéshez. Továbbá egy mágneses rögzítő fej nem képes egy ilyen erős, nagy energiájú pulzus előállítására.

Napjaink számítógépei az adatokat mágnes-lemezeken kettes számrendszerű számjegyekként vagy bitenként tárolják. Az ilyen lemezek forognak, amikor az adatok a diszk meghajtóhoz áramlanak és a megfelelő időrendben kettes számrendszerű „1” és „0” számjegyekké, bitekké alakítják őket. Jelenleg tipikus adatátviteli sebesség körülbelül 30 MB/sec. Ez megfelel 4 ns tartamú mágneses térerő pulzusoknak a rögzítés során. A jelen technológiák párhuzamos és ellentétes irányú (ellenpárhuzamos) mágneses térerőket vagy mágneses térerő pulzusokat alkalmaznak a mágnesezettségi irány megfordításához.

Mivel a rögzítésre kerülő adatterhelés drámaian növekszik, szükség van a rögzítési folyamat műveleteinek gyorsítására. Így az adattárolás operációs sebessége növekszik. A jelenlegi rendszerek bizonyos hátrányokkal rendelkeznek, például a sebesség fizikailag korlátozott és emiatt nem alkalmas az új fejlesztésekhez. A konvencionális technológiákkal a megfordítási folyamat sebessége nanomásodperc nagyságrendű. Emiatt sokkal gyorsabb technológia szükséges.

A jelen találmány célja a technika állása szerinti hátrányok kiküszöbölése.

Jelen találmány másik célja nagysebességű adatrögzítés egy koncepciójának a biztosítása.

Jelen találmány további célja eljárás biztosítása mágnesezettség ultragyors megfordítására.

Jelen találmány további célja eljárás biztosítása ultragyors mágneses rögzítéshez.

Jelen találmány még további célja egy eszköz, egy közeg és egy rendszer biztosítása ultragyors mágneses rögzítéshez.

A találmány célkitűzéseit a csatolt igénypontok jellemzői teljesítik. Különbféle módosításokat és javításokat az al-igénypontok tartalmaznak.

Jelen találmány vonatkozó koncepciója egy síkban mágnesezett réteg mágnesezettségének ultragyors megfordítására vonatkozik. Az mágnesezettség ultragyors megfordításának biztosításához egy kicsi és rövid külső mágneses térerőt, vagy térerő pulzust alkalmazunk megközelítőleg merőlegesen a réteg mágnesezettségéhez képest úgy, hogy a külső mágneses térerő körül hat a mágnesezés. A külső mágneses térerőt csupán csak addig tartjuk fön, míg a folyamat menete elegendő a mágnesezettség megfordulásának kiváltásához, mely a legegyszerűbb esetben azt jelenti, hogy amíg a mágnesezettség a síkban körülbelül 20° -al elfordul. Ezután a réteg demagnetizáló térerő és az anizotrópia térerő kombinációja befejezi a megfordulási folyamatot és a mágnesezettséget ellentétes

irányúvá alakítja. A mágnesezettség külső térerő nélkül ellentétes irányúvá alakul. Továbbá, a külső mágneses térerő fenntartható, miáltal a mágnesezettség egy sík körül egy ideig elfordul és úgy kapcsolják ki, hogy a mágnesezettség megfordulása $\neq$ többszörösénél áll meg, előnyösen a párhuzamos és ellentétes (ellenpárhuzamos) vagy ellentétes iránynál, mely $\neq$ páros számú többszörösét jelenti. A külső mágneses térerő ezzel szemben elegendően rövid kell hogy legyen, hogy elkerüljük a mágnesezettség relaxációját saját irányába. Egy egytengelyű síkban mágnesezett rétegben a mágnesezettség két stabil állapotban van a síkban, mely vagy párhuzamos, vagy párhuzamos és ellentétes (ellenpárhuzamos) irányú.

A külső mágneses térerő, a réteg síkban kialakuló anizotrópia térerőjéhez hasonlítható és elegendő a mágnesezettség megfordításához feltéve, hogy a térerőt a mágnesezéshez körülbelül megfelelő szögben alkalmazzuk, miáltal a mágnesezéshez vagy a spinekhez maximális nyomatékot fejtünk ki. Ez a tény azzal az előnnyel jár, hogy egy kis mágneses térerő elegendő a mágnesezettség megfordításának kiváltásához, miáltal az említett mágneses térerő létrehozásához kevesebb energia szükséges.

Jelen találmány előnye, hogy sokkal gyorsabb mágneses megfordulás érhető el, mivel úgy tűnik, hogy a megfordulási időnek alapvető határértéke nincs. Ez az ultragyors mágnesezettségi megfordulás például alkalmazható mágneses rögzítéshez. 30 MB/sec-nál sokkal gyorsabb magas adatrögzítési

sebesség válik lehetségessé, mely lehetővé teszi megnövelt adatbetáplálás eltárolását. Jelen találmány bizonyíthatóan fejlesztette az adattárolási technológiát és alkalmazható a hosszirányú vagy keresztirányú rögzítéshez.

Ha a külső mágneses térerőt egy olyan szögben alkalmazzuk, hogy a mágnesezésre maximális (mágneses) nyomaték hat, akkor ez azzal az előnnyel jár, hogy a mágnesezettség ultragyors megfordulásának fizikai hatását a legjobban ki tudjuk használni. Ezt akkor tudjuk elérni, ha a külső mágneses térerőt lényegében a mágnesezésre merőlegesen alkalmazzuk.

Ugyancsak előnyös, ha a külső mágneses térerőt a mágnesezéshez képest 45^0 és 135^0 közötti szögben alkalmazzuk, mert ekkor a külső mágneses térerőt nem kell pontosan beállítani.

Ha az alkalmazott külső mágneses tér erősebb, mint a síkban mágnesezett réteg mágneses anizotrópia térerője és ez közelebbről azt jelenti, hogy a külső mágneses térerőnek csak egy kicsit kell erősebbnek lennie mint a mágneses anizotrópia térerőnek, hogy egy ultragyors megfordulási folyamatot idézzon elő a mágnesezettségben, akkor ez azzal az előnnyel jár, hogy a mágnesezettség ultragyors megfordulási folyamatát egy relatíve gyenge mágneses térerővel kezdeményezhetjük. Ezt a térerőt létrehozhatjuk egy berendezéssel vagy rögzítő fejjel, melyek nem igényelnek sok energiát, azaz egy tároló rendszer energiafogyasztása alacsony szinten tartható. Ez különösen

előnyös a hordozható számítógépeknél, melyek akkumulátort használnak.

Ha az alkalmazott külső mágneses térerőt megszüntetjük mielőtt a mágnesezettség beállna a külső mágneses térerő irányába, akkor ez azzal az előnnyel jár, hogy a mágnesezettség jelen találmánynak megfelelően ellenkező irányba áll be és nem az alkalmazott külső mágneses térerő irányába.

Előnyös, ha az alkalmazott külső mágneses térerőnek kicsi az amplitúdója. Mivel a külső mágneses teret csak a mágnesezettség síkból történő kimozdítására használjuk és a mágnesezettség keresztirányú komponense egy lemágnesező térerő gerjesztését végzi, a réteg lemágnesező térerője körül egy megfelelő csillapított precesszió és anizotrópia térerő ezután befejezi a megfordulási folyamatot. Lényegében a lemágnesezési térerő az, melynek hatására a mágnesezettség megfordításához ilyen kis külső mágneses térerő szükséges. Ily módon, eleve kevesebb energia szükséges egy ilyen mágneses térerő létrehozásához és továbbá a tároló közeg szomszédos területei nem sérülnek a külső mágneses tértől, vagy kerülnek annak hatása alá. A kísérletekben bemutatott és később ismertetett Co filmnél elegendő egy <185 kA/m térerő amplitúdó 2 ps pulzushossz (fél amplitúdónál lévő félértékszélesség) mellett.

Ha a külső mágneses térerőt piko-másodperces időszakaszban alkalmazzuk, azaz 1 ps és 1000 ps között, az azzal az előnnyel jár, hogy a rögzítési folyamat ultragyors lehet, miáltal a legjobb mágnesezettség megfordulási eredmények

nyerhető. Ezáltal, sokkal több adat, vagy sokkal nagyobb adat terhelés rögzíthető és tárolható. Egy megfelelően kialakított mágneses térerő generátort kell alkalmazni, azaz olyat, mely mint a rögzítő fej része alkalmas ilyen rövid mágneses térerők, vagy pulzusok generálására.

Egy egytengelyű síkban mágnesezett réteg két stabil állapottal rendelkezik; a mágnesezettség vagy egyirányú, azaz párhuzamos, vagy ellentétes irányú, azaz a síkban ellenpárhuzamos. Ezáltal a mágnesezettség fordulása a sík egyik vagy másik irányában π többszörösénél áll meg, miután a külső mágneses teret kikapcsoltuk.

Amikor a réteg körüli lemágnesező térerő és anizotrópiás térerő precessziója befejezi a mágnesezettség átfordítását, akkor ez azzal az előnnyel jár, hogy a külső mágneses térerő előbb kikapcsolható még mielőtt az egész mágnesezettség megfordítás befejeződött volna. Ez elősegíti az energiatakarékosságot és megnöveli a rögzítési sebességet, mert a rögzítő fej már továbbmozgatható a következő pozíciójába, ha már a mágnesezettség megfordítást elindítottuk.

A külső mágneses teret a réteg síkjában, vagy a síkra merőlegesen alkalmazhatjuk. Ez azzal az előnnyel jár, hogy a külső mágneses tér különféle irányokból alkalmazható. Másik előny, hogy szokványos rögzítő fejek használhatók egy körülbelül 90° -os szögnél, feltéve, hogy a rögzítő fejeket úgy alakítják ki, hogy képesek rövid mágneses térerő vagy térerő

pulzus létrehozására a mágnesezettség ultragyors átfordításának kiváltásához.

Előnyös, ha a síkban mágnesezett réteg nano-szemcséket tartalmaz, azaz előnyösen azonos szemcsenagyságú kristályokat, vagy egyes ferromágneses domén részecskéket és a demagnetizálási faktora 1-hez közeli legyen, mert ekkor a mágnesezettségi irány megfordításához szükséges mágneses térerő csökkenthető. Mivel minden mágneses anyag α csillapítási állandóval rendelkezik, a réteghez az anyagot úgy kell megválasztani, hogy alacsony α csillapítási állandót mutasson. Továbbá az α csillapítási állandó és ezáltal a réteghez alkalmazott anyag úgy választható meg, hogy a legjobb eredménnyel rendelkező ultragyors mágnesezettség megfordulást érjünk el. Általánosan ez az anyag paraméterinek kombinációja, mely függ a mágnesezettségtől, a mágneses anizotrópia térerőtől, a csillapítási állandótól és egy adott pulzushossznál a külső térerő értékétől, mely a megfordulási folyamat hatásos működését határozza meg.

Általában korunk mágneslemez tárolóinak anyagai alkalmasak a mágnesezettség ultragyors megfordításához, de az anyagtudományi fejlesztések a mágnesezettség megfordításához alkalmasabb anyagokat fognak szolgáltatni.

A síkban mágnesezett közeg, vagy réteg egy hajlékony-lemezes diszk, egy merevlemez, egy szalag, vagy bármely olyan berendezés része lehet, mely alkalmas mágnesezettségének megfordítására adatrögzítés vagy tárolás céljából.

A leírás megértésének segítéséhez az alábbi nem hivatalos definíciókat adjuk közre.

- $\vec{M}$ - mágnesezettség, a spinek elhelyezkedését mutatja
- $\vec{M}_s$ - telítési mágnesezettség, azaz Co-ra szobahőmérsékleten $M_s=1,7$ T
- $\vec{H}_{ex}$ - külső mágneses térerő
- $\vec{H}_A$ - mágneses anizotrópia térereje
- $\vec{H}_D$ - lemágnesező (demagnetizáló) térerő
- α - csillapítási állandó
- θ - $\vec{M}$ és $\vec{H}$ közötti szög
- Θ - $\vec{M}$ és a réteg síkja közötti szög
- μ_0 - a vákuum permeabilitása

A találmányt részletesen a következő ábrákra hivatkozva ismertetjük.

Az 1. ábra a jelen találmány szerinti elrendezés három-dimenziós illusztrálása.

A 2. ábra a jelen találmány szerinti mágnesezettség megfordítás három-dimenziós grafikonja.

A 3. ábra a 2. ábra z-tengelyének részletezését mutatja.

A 4. ábra a 2. ábra x-tengelyének részletezését mutatja.

Az 5. ábra a 2. ábra y-tengelyének részletezését mutatja.

Az összes ábrát a közérthetőség kedvéért nem a reális dimenziókban mutatjuk, a dimenziók közötti összefüggéseket ugyancsak nem reális skálákon tüntettük föl.

Az ábrákra való általános és az 1. ábrára való különös hivatkozással írjuk le részletesebben az alábbiakban a találmány szerinti ultragyors mágneses rögzítéshez való rendszer alapvető szerkezetét.

Először jelen találmánnyal összefüggésben néhány alapinformációt közlünk. A jelenlegi gyakorlat szerinti mágnesezettség megfordítások a megfordító térerőt az $\vec{M}$ mágnesezettség irányához képest ellenpárhuzamosként alkalmazzák. Az ennek megfelelő megfordulási sebesség nano-másodperc nagyságrendű. Ha a mágnesezettség megfordításának kiváltásához alkalmazott $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt az $\vec{M}$ mágnesezettségre körülbelül merőleges irányban alkalmazzuk, akkor a találmány szerint sokkal rövidebb megfordulási idő érhető el. Egy mágneses rétegben vagy filmben egy $\vec{H}_D$ lemágnesező térerő segít a külsőleg alkalmazott $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerőnek a mágnesezettség megfordításának előidézésében. Ezáltal, egy gyenge $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerő, melyre $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerő pulzusként is hivatkozunk, is elegendő egy síkben mágnesezett rétegben vagy filmben az $\vec{M}$ mágnesezettség megfordításához. Amikor egy $\vec{H}_{ex}$ rövid mágneses térerő pulzus kiváltja az $\vec{M}$ mágnesezettség precesszióját a réteg síkjából, a $\vec{H}_D$ lemágnesező térerő indukálódik ekkor a réteg felületére merőlegesen. Amikor a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő pulzus befejeződik, a $\vec{H}_D$ lemágnesező térerő és egy $\vec{H}_A$ mágneses anizotrópia térerő fönmarad és az $\vec{M}$ mágnesezettség precessziója a $\vec{H}_D$ lemágnesező térerő és a $\vec{H}_A$ mágneses

anizotrópia térerő eredőjének hatására befejezi a mágnesezettség megfordulásának folyamatát. Ebben a geometriában a mágnesezettség megfordulásának $\vec{H}_x$ mágneses térerő pulzusokkal kiváltott indukciója néhány piko-másodperc időtartamú, de ezt kis térerő amplitúdóval érjük el, mely összemérhető a $\vec{H}_A$ mágneses anizotrópia térerővel. Ezek a térerő amplitúdók könnyen elérhetők a szokványos vékony-filmes rögzítő fejek segítségével.

A mágnesezettség megfordulási folyamat bemutatására egy Co-ból készített, 20 nm vastag mágneses réteget alkalmaztunk. Két típusú Co réteget alkalmaztunk, mindkettő a réteg síkjában egytengelyű anizotrópiát mutatott. Az egyik Co réteget, melyet ezután Co I-nak nevezünk, 40 °C-on porlasztva ülepítéssel alakítottuk ki 40 °C-on ülepített 10 nm-es Pt pufferen, melyet váltakozva növesztettünk egy MgO(110) szubsztrátumon 500 °C-on ülepített 5 nm-es Pt/0,5 nm-es Fe-pufferen. A másik Co réteget, melyet ezután Co II-nek nevezünk, 300 °C-on egy 30 nm-es Cr puffer rétegre történő elektronsugaras evaporációval állítottuk elő ugyancsak egy MgO(110)szubsztrátumon. A Co-ra vonatkozó telítési mágnesezettség szobahőmérsékleten $\vec{M}_s=1,7$ T. Az egytengelyű anizotrópiás térerő $\vec{H}_A$ erősségét a réteg síkjában a Kerr mágneses-optikai hatás felhasználásával határoztuk meg. Ennek értéke 168 és 160 kA/m volt a Co I és a Co II minták esetében.

A mintákat, azaz a Co I és a Co II rétegeket egy 2,3 és 4,4 ps hosszúságú (a Gauss görbe félértékszélessége) külső

mágneses térerőnek $\vec{H}_{ex}$ vetettük alá egy elektron nyaláb segítségével. Ezek után meghatároztuk, hogy egy első megfordulás a mágnesezettségben körülbelül 185 kA/m $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerőnél jelentkezett. A nagyobb mágneses térerőknél többszörös megfordulás következett be, azaz 224, 264 és 352 kA/m értékeknél. A mágnesezettség megfordulása legjobban akkor működik, ha körülbelül $\vec{H}_{ex} \perp \vec{M}$, azaz 80° és 180° között, és ezért a $\vec{T} = \vec{H}_{ex} \times \vec{M}$ nyomaték közel maximális. Látszólag nem létezik alapvető időhatár a mágnesezettség ultragyors megfordítására.

A szokványos mágnesezettség megfordításánál a nyomaték nullával egyenlő. Ebben az esetben a megfordulási folyamattal indukált impulzus nyomatékot a fonon rácsnak kell elnyelnie, mely folyamatot a rács és a mágneses rendszer közötti energiacsere sebessége vezérli. Így a spin rács relaxációs ideje a meghatározó időskála a mágnesezettség szokványos megfordításánál.

A mágnesezettség ultragyors megfordításánál a számításokat minden egyes szemcsére a Landau-Lifshitz egyenlet felhasználásával végezhetjük el,

$$\frac{d\vec{M}}{dt} = -\gamma \left(\vec{M} \times \vec{H}_{tot} \right) + \frac{a}{M} \left(\vec{M} \times \frac{d\vec{M}}{dt} \right) .$$

A Landau-Lifshitz egyenlet feltételezi, hogy az $\vec{M}$ mágnesezettség precessziója a belső és a külső mágneses térerők összegének iránya körül alakul ki:

$$\vec{H}_{tot} = \vec{H}_{ex} + \vec{H}_D + \vec{H}_A$$

ahol γ a giromágneses arány, $\gamma=0,2212 \times 10^6$ m/As, és az $\vec{M}$ mágnesezettség térerő irányú relaxációját α csillapítási állandóval írjuk le. Az α csillapítási állandónak kicsinek kell lennie, ami azt jelenti, hogy a réteghez megfelelő anyagokat úgy kell kialakítani és használni, hogy a mágnesezettség megfordulásában a legjobb eredményt érjük el.

Fizikai nézőpontból a mágnesezettség megfordulásának jelenségét egy háromlépéses modellel magyarázhatjuk.

A külső $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerő pulzus hatása során az $\vec{M}$ mágnesezettség $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerő körül precesszál ki a réteg, vagy a film síkjából. Ahogy az $\vec{M}$ mágnesezettség elhagyja a réteg síkját a $\vec{H}_D$ effektív lemágnesező térerő megnő, mivel a réteg síkja és az $\vec{M}$ közötti Θ szög növekszik: $H_D = (M_s / \mu_0) \sin \Theta$. Amikor a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses tér megszűnik, az $\vec{M}$ mágnesezettség precessziója folytatódik, de most $\vec{H}_D + \vec{H}_A$ körül. Az $\vec{M}$ mágnesezettséghez feltételezett maximális Θ szög dönti el, hogy az $\vec{M}$ mágnesezettség megfordul-e és vajon többszörös megfordulás előfordulhat-e. Ezután az $\vec{M}$ mágnesezettség relaxál a két könnyű mágnesezési irányba vagy állapot valamelyikébe. Ez a végső lépés lehet lassú.

Az 1. ábra az ultragyors mágneses megfordítást alkalmazó rögzítés elrendezésének egy három-dimenziós képe. Az 1. ábra az 1 lemez hasáb alakú részét mutatja, mely itt egy adatrögzítésre és tárolásra szolgáló 1 merevlemez. Az 1 lemez tartalmaz egy 2 hordozó réteget és egy síkban mágnesezett 3 mágneses réteget vagy a hordozó rétegre egy vékony 3 réteget ülepítettük. A 3

réteg három területet tartalmaz, melyeket az egyszerűsítés kedvéért a megfigyelő nézőpontjának megfelelően egy 4a első területnek, egy 4b középső területnek és egy 4c hátsó területnek neveztünk el. Minden egyes 4a, 4b, 4c terület rendelkezik egy $\vec{M}$ saját mágnesezettséggel, ahol a 4a első terület és a 4c hátsó terület $\vec{M}$ mágnesezettsége ugyanabba az irányba mutat, míg a 4b középső terület $\vec{M}$ mágnesezettsége ellenkező irányúra van állítva.

Az 1 lemez fölött kis távolságban és nevezetesen a 4b középső terület fölött egy 5 mágneses rögzítő fejet helyeztünk el. Ez az 5 mágneses rögzítő fej tartalmaz egy 6 mágneses térerő generátort, melyet egy 7 tekercs, egy 8 test és egy 9 tápegység jelöl. A 6 mágneses térerő generátor itt egy gyűrűalakú fej, melyben a $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerő a 10 részből lép ki. Bármely más típusú mágneses térerő generátor vagy fej, azaz egy egypólusú fej, használható helyette, minélfogva az elrendezés módosítása lehetséges. A 6 mágneses térerő generátor alkalmas rövid $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerők, vagy $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerő pulzusok létrehozására y-irányban, hogy a 3 rétegben a mágnesezettség megfordulását indukálja, ahogy azt a fentiekben elméletileg leírtuk. A $\vec{H}_{ex}$ mágneses térerő pulzusok piko-másodperces időtartamúak, előnyösen 1 és 1000 piko-másodperc között és térerejük kissé nagyobb, mint a 3 réteg $\vec{H}_A$ anizotrópia térerőjének erőssége.

Ahogy az 1. ábrából látható egy $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt hozunk létre a 6 mágneses térerő generátorral, mely az

1 lemez 4b középső területe fölött áthalad. Ezáltal a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt a síkban a 3 réteg $\vec{M}$ mágnesezettségére merőlegesen alkalmazzuk. Miután a 4b középső területen a mágnesezettség megfordítását kezdeményeztük vagy végrehajtottuk, az 5 mágneses rögzítő fej az 1 lemez fölött tovább mozgatható a következő rögzítési helyzetbe. A mágnesezettség megfordítását részletesebben mutatjuk be a következő ábrák segítségével.

A 2. ábra az $\vec{M}$ mágnesezettség egy megfordulásának három-dimenziós rajzát mutatja, azaz ahogy azt az 1. ábrán a 4b középső területen mutatta. Ennek következtében egy szimpla spin összehangolási mozgását a különböző I-től IV-ig helyzetekben ábrázoljuk. A mozgást egy x-tengelyt, y-tengelyt és egy z-tengelyt tartalmazó három-dimenziós koordináta rendszerben ábrázoltuk. Az érthetőség és egyszerűsítés kedvéért a grafikon a mágnesező vektor mozgását írja le a megfordítási folyamat során, ahol a mágnesező vektor kiindulópontja az $x=0, y=0$ origó pontban van. Mielőtt egy $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt alkalmazunk, az $\vec{M}$ mágnesezettség a pozitív x-irányba helyezkedik el, mely két stabil állapotának egyike. Ezt az elhelyezkedést az $x=1, y=0$ és $z=0$ koordinátákkal írhatjuk le, minélfogva ezután a mágnesezési vektor átbillenésének koordinátáit az egyszerűség kedvéért $[1,0,0]$ -ként jelöljük. Az egyes x,y,z komponensek menetét mutatjuk be az idő függvényében a 3. ábrán, a 4. ábrán és az 5. ábrán. A 2. ábra grafikonján

bemutatott I-től IV helyzetek megfelelnek az 3-5. ábrákon ábrázolt I-től IV helyzeteknek.

Az 1. ábrán bemutatott 6 mágneses térerő generátorral létrehozható egy $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt alkalmazunk a találmány szerint az $\vec{M}$ mágnesezettségre körülbelül merőlegesen. Ez itt azt jelenti, hogy a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt y-irányban alkalmazzuk. A $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő előgerjeszti az $\vec{M}$ mágnesezettséget az x-síkból. A 2. ábrán az I helyzetnél és $[1,0,0]$ -nél indulva a grafikon enyhe mozgást mutat szimultán módon a pozitív y-irányba, melyet részletesebben az 5. ábra mutat be és a negatív z-irányba, melyet részletesebben a 3. ábra mutat be, a II helyzet felé. A II helyzetet körülbelül 2-4 ps után érjük el. Ebben a pontban az időben a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt megszüntetjük vagy befejezzük. Nem szükséges további energia vagy $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő alkalmazása, mivel egy $\vec{H}_D$ lemágnesező térerő és egy $\vec{H}_A$ mágneses anizotrópia térerő marad fenn és a $\vec{H}_D$ lemágnesező térerő és a $\vec{H}_D$ mágneses anizotrópia térerő hatására az $\vec{M}$ mágnesezettség precessziója befejezi a mágnesezettség megfordulási folyamatot, ahogy azt a fentiekben leírtuk. Ezáltal a grafikon átfut a III helyzeten, ahol ezután az $\vec{M}$ mágnesezettség iránya megfordul a negatív x-irányba, egy hurkot képez és végül a IV helyzetbe kerül, melynek koordinátái $[-1,0,0]$, ahol a mágnesezettség megfordulás teljes. Az említett hurok után a grafikon spirálishoz hasonló mozgást ír

le mielőtt elérné a végső IV helyzetet. A IV helyzet a második stabil állapot és itt van a megfordítási helyzet.

Abban az esetben, ha a $\vec{H}_{\text{ex}}$ külső mágneses térerőt fenntartjuk, az $\vec{M}$ mágnesezettségnek egy a $\vec{H}_{\text{ex}}$ külső mágneses térerő körül, ami itt azt jelenti, hogy az y-irány körül történő forgását figyelhetjük meg. Az $\vec{M}$ mágnesezettségnél nagy forgási szögeket érhetünk el erős $\vec{H}_{\text{ex}}$ külső mágneses térerő alkalmazásával. A sikeres megfordításnál az $\vec{M}$ mágnesezettség elfordulása π páratlan egészszámú többszörösénél áll meg. Általában $\vec{M}$ mágnesezettség különféle elfordulása lehetséges, az alkalmazott anyag, annak α csillapítási állandója, a $\vec{H}_{\text{ex}}$ külső mágneses térerő erőssége és időtartama függvényében, mielőtt az $\vec{M}$ mágnesezettség beáll a $\vec{H}_{\text{ex}}$ mágneses térerő irányába, ha azt hosszabb időszakon tartjuk fenn. Ezáltal a mágnesezettség ultragyors megfordítása megfelelően alkalmazható.

A 3. ábra a 2. ábra z-komponensét, melyet itt $\vec{M}_z$ -vel címkéztünk, mutatja részletesebben. Az ábrázolt I-től III helyzetek megfelelnek a 2. ábra helyzeteinek. A 3. ábra grafikonját a t időtengely függvényében ábrázoltuk és leírja a tranziens oszcilláció egy kialakulását, mely körülbelül 500 ns után nullába tér vissza. Ahogy fentebb említettük, az I helyzet a kiindulási helyzet. A II helyzetben a $\vec{H}_{\text{ex}}$ külső mágneses térerőt lekapcsoljuk, miáltal ez a rövid térerő alkalmazás elegendő a mágnesezettség megfordulási folyamatának kiváltására. A III helyzet jelöli a mágnesezettség

megfordulást, mielőtt a grafikon spirálishoz hasonló mozgást írna le, ahogy azt a 2. ábra mutatja.

A 4. ábra a 2. ábra x-komponensét, melyet $\vec{M}_x$ -el címkézzük mutatja részletesebben. A bemutatott I, II és IV helyzetek megfelelnek a 2. ábra megfelelő helyzeteinek. A 4. ábra grafikonját ugyanazon t időtengely függvényében mutatjuk be, mint a 3. ábránál és bemutatja a mágnesezettség megfordulását az I helyzetből, mely egy pozitív x-irányt jelöl, a IV helyzetbe, mely ezzel ellentétben egy negatív x-irányt jelöl, miáltal a III helyzetnél a nulla-vonal keresztezése után a grafikon oszcillál, amíg eléri a IV helyzetet körülbelül 300 ps-nál.

Az 5. ábra a 2. ábra y-komponensét, melyet $\vec{M}_y$ -al címkéztünk mutatja részletesebben. Az ábrázolt I és III helyzetek megfelelnek a 2. ábra helyzeteinek. Az 5. ábra grafikonját ugyanazon t időtengely függvényében ábrázoltuk, mint a 3. ábra és a 4. ábra esetén és egy tranziens oszcilláció klasszikus kialakulását mutatja. A görbe az I helyzetben indul átmegy a III helyzeten, mely a legnagyobb pozitív amplitúdót jelöli, majd továbbhalad a legnagyobb negatív amplitúdón keresztül, mielőtt a görbe vissza oszcillál nullába.

Ahogy a 3-5. ábrákról leolvasható, a mágnesezettség megfordulása végül körülbelül 500 ps után lesz teljes, miközben a mágnesezettség megfordulási folyamatot körülbelül 2-4 ps-on belül kezdeményeztük.

Ahogy a fentiekben kimutattuk, az $\vec{M}$ mágnesezettség néhány elfordulása lehetséges, mely függ az anyag tulajdonságaitól, a $\vec{H}_{\text{ex}}$ külső mágneses térerősség erősségétől és időtartamától. Ebben az esetben a 4. ábra hasonló lesz az 5. ábrához, ahol a pozitív és negatív amplitúdók váltakoznak. Egy egyszeri megfordulás a mágnesezettségben előnyös, mert ez a leggyorsabb megfordulás.

A kiviteli alakok variálhatók úgy, hogy a $\vec{H}_{\text{ex}}$ külső mágneses térerő erősségét variáljuk a lekapcsolási időponttal kombinálva. Továbbá, a síkben mágnesezett réteg anyagjellemzői illeszthetők a mágnesezettség ultragyors megfordításának elősegítésére.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Eljárás egy síkban mágnesezett $\vec{M}$ mágnesezettségű rétegben mágnesezettség megfordítására, azzal jellemezve, hogy lépései a következők: egy $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt oly módon alkalmazunk, hogy az említett $\vec{M}$ mágnesezettség precesszál az említett $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő körül és az említett $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt lekapcsoljuk, mielőtt az említett mágneses megfordulás befejeződne.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt olyan szögben alkalmazzuk a síkban mágnesezett réteghez(3) képest, hogy egy maximális $\vec{T}$ nyomatékot fejtsen ki az $\vec{M}$ mágnesezettségre.

3. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a síkban mágnesezett réteg(3) rendelkezik egy $\vec{H}_D$ lemágnesező erőterrel, mely a mágnesezettség megfordulását okozza.

4. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy az $\vec{M}$ mágnesezettség egy a réteg $\vec{H}_D$ lemágnesező térereje körüli csillapított precessziója és $\vec{H}_A$ anizotrópia térerő teljessé teszi a mágnesezettség megfordulását, ha a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt megszüntetjük.

5. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy az alkalmazott $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt megszüntetjük mielőtt az $\vec{M}$ mágnesezettség beállna az említett $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő irányába.

6. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt legalább 45^0 és 135^0 közötti szögben alkalmazzuk, előnyösen az $\vec{M}$ mágnesezettségre legalább körülbelül merőlegesen.

7. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt piko-másodperces időintervallumban, előnyösen 1 ps és <1000 ps között alkalmazzuk.

8. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy az $\vec{M}$ mágnesezettség egy forgást ír le, mely π szög egész páratlan számú többszörösénél áll meg.

9. Az 1. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerőt a síkban mágnesezett réteg(3) síkjában alkalmazzuk.

10. Berendezés $\vec{M}$ mágnesezettségű, síkban mágnesezett közeg(3) mágnesezettségének megfordítására, azzal jellemezve, hogy a berendezés tartalmaz egy mágneses térerő generátort(6) egy $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő alkalmazására úgy, hogy az említett $\vec{M}$ mágnesezettség az említett $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő körül precesszál és az említett $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő meg van szüntetve, mielőtt az említett mágnesezettségi megfordulás befejeződne.

11. Adattárolásra szolgáló síkban mágnesezett közeg(3), azzal jellemezve, hogy alkalmas $\vec{M}$ mágnesezettségének megfordítására az említett közeg(3) legalább egy területén egy $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő alkalmazásával úgy, hogy az említett

$\vec{M}$ mágnesezettség az említett $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő körül precesszál és az említett $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő meg van szüntetve, mielőtt az említett mágnesezettségi megfordulás befejeződne.

12. A 11. igénypont szerinti síkban mágnesezett közeg(3), azzal jellemezve, hogy nano-szemcséket, így kristály-szemcséket tartalmaz, és lemágnesezési faktora $1/3$ és 1 között, előnyösen 1 -hez közel van és egy illesztett α csillapítási állandóval rendelkezik.

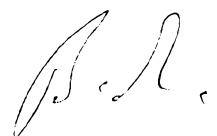
13. A 11. és 12. igénypontok szerinti síkban mágnesezett közeg(3), azzal jellemezve, hogy egy hajlékony lemeznek, egy merevlemeznek, vagy egy szalagnak a része.

14. Egy mágneses rögzítésre szolgáló rendszer, azzal jellemezve, hogy tartalmaz egy $\vec{M}$ mágnesezettségű, síkban mágnesezett közeget(3) és egy mágneses írófejet(5) egy $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő alkalmazására úgy, hogy az említett $\vec{M}$ mágnesezettség az említett $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő körül precesszál és az említett $\vec{H}_{ex}$ külső mágneses térerő meg van szüntetve, mielőtt az említett mágnesezettségi megfordulás befejeződne.

15. Mágneses tároló berendezés, azzal jellemezve, hogy tartalmaz egy a 14. igénypont szerinti mágneses rögzítésre szolgáló rendszert.

A meghatalmazott

h. Köteles Zoltán
Dr. Köteles Zoltán
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Szabadalmi Ügyvivői Iroda
tagja
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 461-1000 Fax: 461-1090



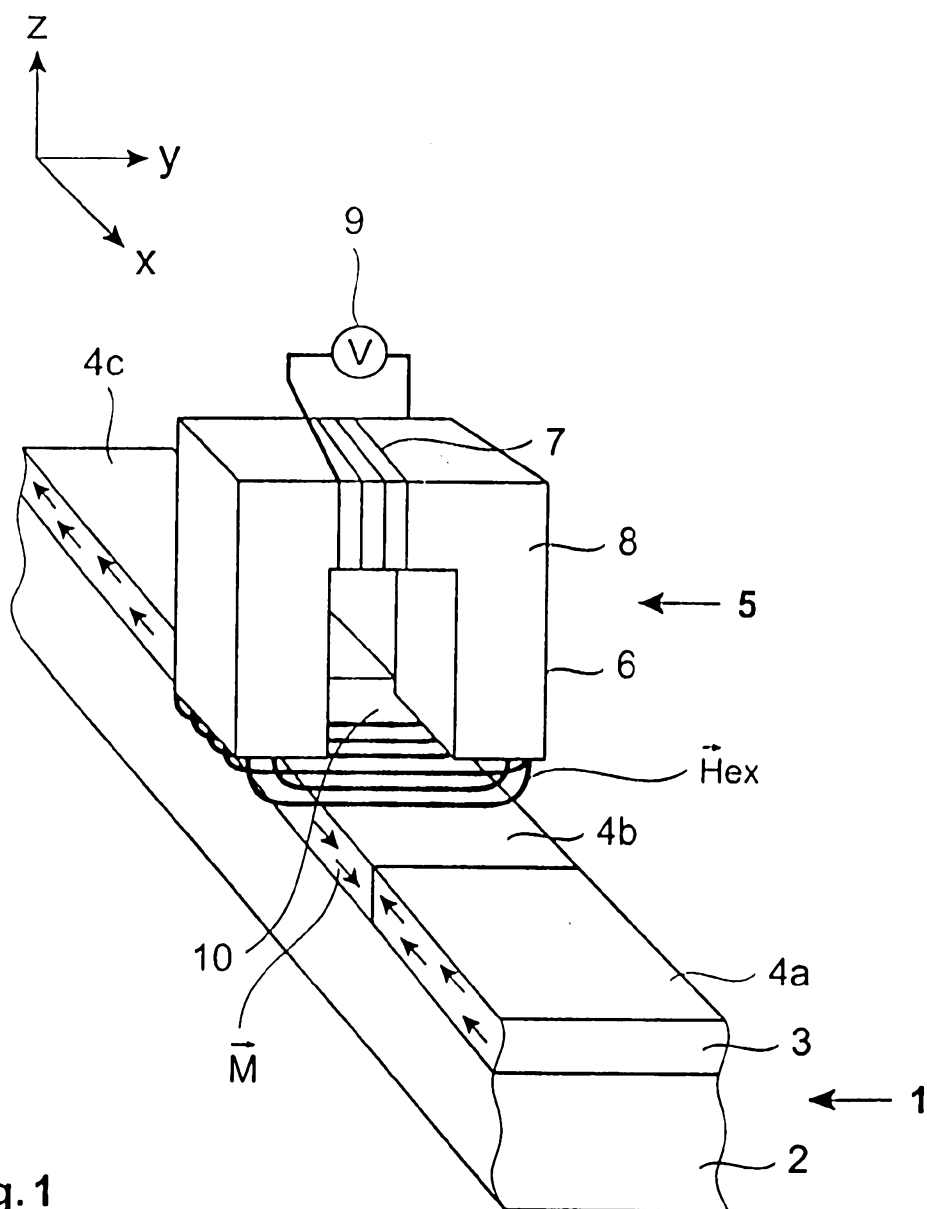
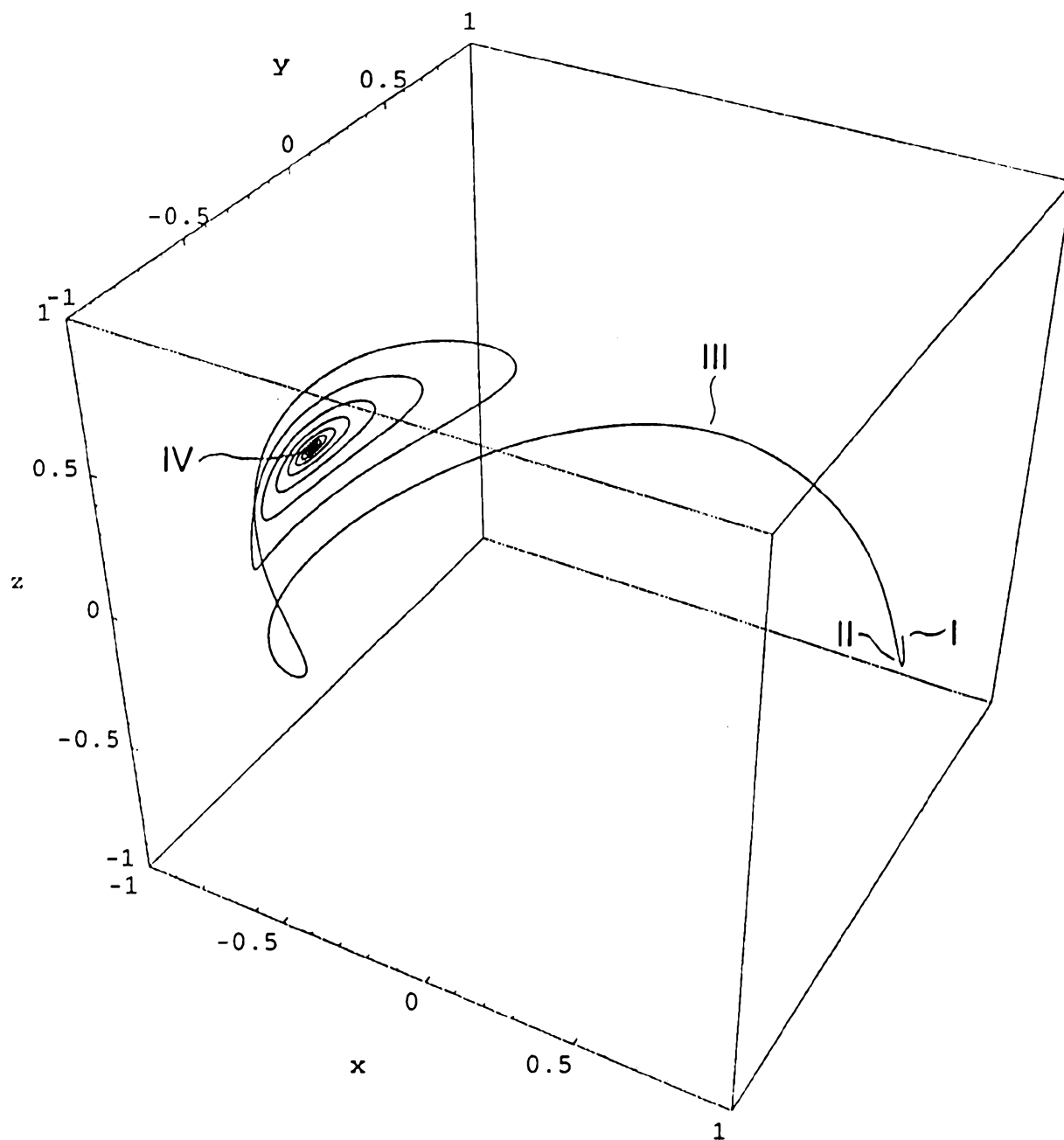


Fig. 1

2/3

Fig. 2

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

**KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY**

3/3

Fig. 3

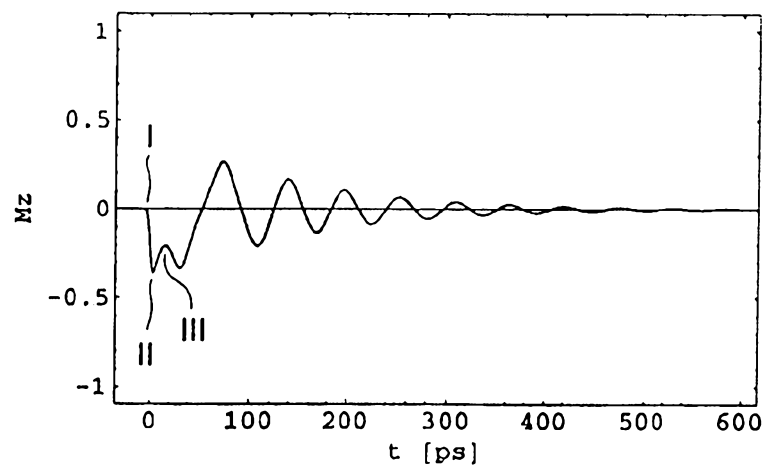


Fig. 4

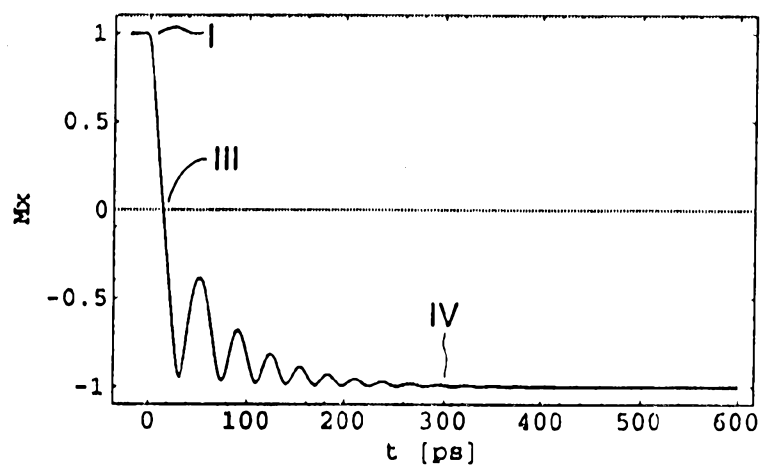


Fig. 5

