

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

290 656

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1995 - 2115

(22) Přihlášeno: 24.11.1993

(30) Právo přednosti:
18.02.1993 US 1993/019968

(40) Zveřejněno: 15.05.2002
(Věstník č. 5/2002)

(47) Uděleno: 15.07.2002

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 11.09.2002
(Věstník č. 9/2002)

(86) PCT číslo: PCT/EP93/03299

(87) PCT číslo zveřejnění: WO 94/19793

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.⁷:
G 11 B 5/39

(73) Majitel patentu:

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES
CORPORATION, Armonk, NY, US;

(72) Původce vynálezu:

Dovek Moris Musa, Pleasanton, CA, US;
Foster John Stuart, Morgan Hill, CA, US;
Lam Donald K. F., Los Altos, CA, US;
Sawatzky Erich, San Jose, CA, US;

(74) Zástupce:

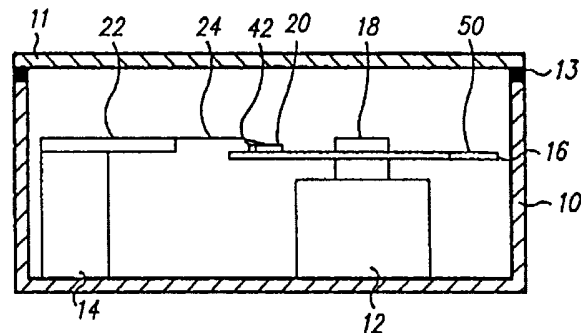
Kalenský Petr JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název vynálezu:

**Kontaktní magnetická záznamová disková
souprava s magneto-odporovým čtecím
snímačem**

(57) Anotace:

Kontaktní magnetická záznamová disková souprava používá magneto-odporový MR snímač (60) pro čtení dat zaznamenaných na disku (16). Disková souprava může být typu s kapalným ložiskem pro kontaktní záznam s MR snímačem (60) neseným na zadním konci nosiče (20), který klouže na kapalném ložisku. Vlastnosti diskové soupravy jsou zlepšeny prostředkem pro minimalizaci objevené modulace základní úrovně snímaného signálu. Bylo zjištěno, že modulace je způsobena proměnlivým ochlazováním MR snímače (60) citlivého na teplotu a majícího zvýšenou teplotu vlivem disku (16), přičemž změna teploty je přímo spojená se změnou polohy hlavy vzhledem k disku (16) způsobené vlnitostí disku povrchu disku. Do obvodu zpracování snímaného signálu diskové soupravy může být zařazen filtr pro potlačení modulace, MR snímač (60) může být navržen tak, aby pracoval při zvolených parametrech pro minimalizaci účinku modulace základní úrovně a část nosiče (20), která je v dotyku s povrchem disku (16) může být zvolena tak, že má délku menší než je perioda vlnitosti povrchu disku (16), takže sleduje mnohem těsněji nerovnoměrnost povrchu disku (16).



Kontaktní magnetická záznamová disková souprava s magneto-odporovým čtecím snímačem

5 Oblast techniky

Vynález se týká kontaktní magnetické záznamové diskové soupravy (nebo hnacího systému), a zejména takové diskové soupravy, kde magnetický záznamový snímač je v dotyku s povrchem magnetického disku během čtecích a záznamových operací.

10

Dosavadní stav techniky

V běžných soupravách s otočným pevným diskem se "vzduchovým ložiskem" je každý
15 čtecí/záznamový snímač (nebo hlava) nesen na nosiči (nebo posuvném členu), který je uložen na vzduchovém polštáři nebo ložisku nad povrchem přidruženého disku když se disk otáčí provozní rychlostí. Posuvný člen je připojen k lineárnímu nebo otáčivému ovladači poměrně křehkým závěsem. V diskové soupravě může být svazek disků s ovladačem nesoucím více posuvných členů. Ovladač pohybuje posuvnými členy obecně radiálně, takže každá hlava má přístup do
20 záznamové oblasti jí přidruženého povrchu disku. V těchto obvyklých diskových soupravách je posuvný člen připojen k závěsu a je buď předejpat vzhledem k povrchu disku malou silou ze závěsu, nebo je "přitlačen" k disku "negativním tlakem" povrchu vzduchového ložiska. Kluzný člen je typicky v dotyku s povrchem disku pouze během startu a zastavení, to znamená po dobu rozběhu disku než tento získá rychlost dostatečnou k tomu, aby kluzný člen byl nesen na
25 vzduchovém ložisku a opět při vypnutí diskové soupravy a když rychlost disku klesne pod rychlost nutnou k vytváření vzduchového ložiska.

Obvyklá hlava používaná při čtení a záznamu dat na discích z tenkého filmu v diskových souborech se vzduchovým ložiskem je čtecí/záznamová magnetická hlava se dvěma funkcemi.
30 Protože taková hlava musí být schopna číst i zaznamenávat data, musí být při návrhu hlavy a disku přijaty kompromisy parametrů hlavy a disku pro optimalizaci čtecích i záznamových signálů dat v hnacím systému disku. Pro překonání této nevýhody bylo navrženo, aby byly použity magneto-odporové (MR) čtecí snímače nebo hlavy, které generují čtecí signál jako výsledek změny elektrického odporu způsobené magnetickými poli zaznamenanými na disku,
35 s indukčními záznamovými hlavami v diskových soupravách se vzduchovým ložiskem. Jako příklad ukazuje patentový spis Spojených států amerických 3 908 194 přihlašovatele předmětné přihlášky vynálezu hlavu pro tenký film typu "piggyback", která je kombinací MR čtecí hlavy a indukční záznamové hlavy. První komerční souprava pevného disku s MR čtecí hlavou a s indukční záznamovou hlavou byla disková souprava IBM "Corsair" dostupná v roce 1991.

40

Z dřívějšího období magnetického záznamu bylo známo, že "kontaktní" záznam je žádoucí, protože amplituda čtecího signálu z disku se zmenšuje s rostoucí vzdáleností mezi hlavou a diskem. Proto byly navíc k výše popsaným obvyklým diskovým soupravám se vzduchovým ložiskem navrženy "kontaktní" záznamové soupravy s pevnými disky.

45

V jednom typu kontaktního záznamu označovaného jako záznam s "kapalným ložiskem" obsahuje rozhraní mezi hlavou a diskem kapalný film jako kapalně ložisko mezi nosičem
50 snímače a diskem. Je více publikací, které popisují rozličné typy diskových souprav s kapalným ložiskem. V patentovém spisu Spojených států amerických 2 969 435 přihlašovatele předmětné přihlášky vynálezu je popsán nosič snímače kluzného typu s velkým rovným povrchem klouzajícím po vrstvě oleje na disku, přičemž tento olej se přivádí ze zásobníku umístěného vně diskové soupravy a je vypouštěn z trysky umístěné před nosičem. Jiné příklady kontaktních záznamových diskových souprav jsou popsány v souběžné přihlášce vynálezu přihlašovatele U.S. sér.č. 264 604 a publikované jako evropská přihláška vynálezu EP 367510 a v patentovém spisu

Spojených států amerických 5 097 368. V těchto typech diskových souprav s kapalným ložiskem kapalina stále obíhá diskovou soupravou k udržení poměrně tlustého kapalného filmu na disku a nosič hlavy má množství výstupků, které se noří do filmu při otáčení disku. Ve dřívější přihlášce vynálezu U. S. sér.č. 07/724 426 přihlašovatele byla popsána disková souprava s kapalným ložiskem, ve které se udržuje poměrně tenký mazací film na disku a na nosiči snímáče, který má zvláště uzpůsobené výstupky nebo "ližiny", a klouže po povrchu kapalného filmu při otáčení disku. Když disková souprava dosáhne provozní rychlosti, přední část nosiče snímáče se zdvihne nad kapalným film vlivem jevu vzduchového ložiska, zatímco zadní část ližiny klouže po povrchu kapalného filmu.

10

V jiném typu kontaktního záznamu označovaného jako "suchý" kontaktní záznam, disková souprava používá integrovaný závěs hlavy, který je ve fyzickém dotyku s povrchem disku během čtení a záznamu. V tomto typu závěsu hlavy, popsaném jako příklad v patentovém spisu Spojených států amerických 5 041932, se část hlavy ubrousí vlivem třecího dotyku s diskem během života diskové soupravy. Jiný typ záznamové diskové soupravy se "suchým" dotykem popsán v patentovém spisu Spojených států amerických 4 819 091 používá monokrystalový nosič hlavy odolný proti opotřebení a držený v dotyku s diskem přitažlivou silou vyvíjenou třecím dotykem mezi nosičem a otáčejícím se diskem. Zatímco tyto dotykové záznamové diskové soupravy jsou označovány jako "suché", je také možné použít tenký kapalným mazací film na disku, i když tento film nemusí fungovat jako kapalně ložisko, stejným způsobem jako u kontaktních záznamových diskových souprav s kapalným ložiskem.

Ve všech těchto technikách kontaktního záznamu pro soupravy pevných disků nemusí být hlava vždy ve fyzickém dotyku s povrchem pevného disku, protože je přítomen kapalným film a/nebo protože nosič hlavy může být periodicky nadnášen nad povrch disku. Nicméně pro účely tohoto vynálezu výraz "kontaktní" záznam v soupravách s pevným diskem má zahrnovat i typy záznamu s "blízkým dotykem".

Žádná z navržených technik kontaktního záznamu neuvažuje použití magneto-odporového (MR) čtecího snímáče ani nenavrhují žádný prostředek pro uložení MR čtecího snímáče a využití jeho výhod v diskové soupravě, která má nosič hlavy udržovaný v dotyku s diskem během čtení a záznamu. Co je požadováno, je kontaktní záznamová disková souprava, která používá MR čtecí snímáč.

35

Podstata vynálezu

Předmět vynálezu je kontaktní magnetická záznamová disková souprava, která používá magneto-odporový (MR) čtecí snímáč. V upřednostňovaném provedení disková souprava je typu s kapalným ložiskem pro kontaktní záznam s MR snímáčem neseným na zadním konci nosiče, který klouže po kapalném ložisku.

Bylo objeveno, že následkem velmi malé vzdálenosti hlavy od disku v kontaktních záznamových diskových soupravách "vlnitost" podkladu disku indukuje modulaci základní úrovně signálu na výstupním signálu z MR snímáče. Bylo určeno, že tato modulace vzniká ochlazováním teplotně citlivého a vysoce teplého MR snímáče diskem, přičemž změny teploty přímo souvisí se změnami vzdálenosti hlavy od disku způsobenými vlnitostí disku.

Chování diskové soupravy podle tohoto vynálezu může být zlepšeno zajištěním minimalizace této modulace základní úrovně signálu. Do obvodů zpracovávajících čtecí signál může být vložen filtr pro potlačení modulace. MR snímáč může být navržen při vhodné volbě některých parametrů za účelem minimalizace účinku chlazení MR snímáče způsobeného malou vzdáleností hlavy od disku, nebo může být dotykový výstupek nosiče navržen, aby byl více přizpůsoben disku majícímu zvláštní vlnitost.

Přehled obrázků na výkresech

5 Vynález bude blíže vysvětlen prostřednictvím konkrétních příkladů provedení znázorněných na výkresech, na kterých představuje

obr. 1 schematický řez kontaktní záznamovou diskovou soupravou s kapalným ložiskem podle tohoto vynálezu

10 obr. 2 otevřený půdorys diskové soupravy z obr. 1

obr. 3 bokorys nosiče hlavy na disku znázorňující disk v řezu pro zobrazení kapalného filmu

obr. 4 půdorys spodní strany nosiče hlavy z obr. 3

15 obr. 5 řez části konce nosiče hlavy a disku ve větším měřítku znázorňující rozhraní hlavy a disku

obr. 6 řez integrovaným závěsem hlavy a diskem v provedení se suchým dotykem podle tohoto vynálezu,

20 obr. 7 graf napětí čtecího signálu z MR snímače v závislosti na čase zatímco nosič hlavy je v dotyku s otáčejícím se diskem,

25 obr. 8 rozhraní mezi hlavou a diskem z obr. 5 modifikované pro znázornění vlnitosti povrchu disku

obr. 9 graf teploty MR snímače nad okolím jako funkce vstupního klidového proudu

30 obr. 10 blokové schéma čtecího detekčního obvodu obsahujícího filtr pro potlačení modulace základního signálu ze signálu MR snímače

obr. 11 skutečný základní signál MR snímače z DC vymazané stopy a modulace základní úrovně způsobená vlnitostí disku

35 obr. 12 obálka magnetického signálu MR snímače ze stopy zaznamenané při 13,5 MHz a superponovaný na signálu základní úrovně z obr. 11

obr. 13 provedení dotykového výstupku nosiče hlavy na disku majícím zvláštní vlnitost

40 obr. 14 provedení vzdálenosti hlavy od disku když je délka dotykového výstupku zmenšena pro disk podle obr. 13

Příklady provedení vynálezu

45 Na obr. 1 je v řezu znázorněno kontaktní záznamové provedení diskové soupravy s kapalným ložiskem podle tohoto vynálezu. Disková souprava obsahuje pouzdro 10, ke kterému je připevněn motor 12 jednotky disku 16 a ovladač 14 a víko 11. Pouzdro 10 a víko 11 tvoří utěsněnou skříň pro hnací systém disku 16. Mezi pouzdrem 10 a víkem 11 je těsnění 13
50 a neznázorněný malý otvor pro vyrovnávání tlaku mezi vnitřkem diskové soupravy a okolím. Tento typ diskové soupravy je popsán jakoby byl v podstatě utěsněn, protože motor 12 jednotky je uložen celý ve skříni a není zde žádný nucený přívod vzduchu pro chlazení vnitřních součástí. Na hřídeli 18 je uložen magnetický záznamový disk 16, který je pro otáčení připojen k motoru 12 jednotky. Disk 16 je opatřen tenkým filmem 50 kapalného maziva, který je udržován na povrchu

disku 16 jako kapalně ložisko. Nosič 20 snímače nese MR čtecí/indukční záznamovou hlavu 42. Nosič 20 je připojen k ovladači 14 tuhým ramenem 22 a závěsem 24, který vyvíjí předpínací sílu, která přitlačuje nosič 20 snímače ke kapalnému ložisku 50 na záznamovém disku 16. Během provozu diskové soupravy motor 12 jednotky otáčí diskem 16 konstantní rychlostí a ovladač 14, který je typický lineární nebo otáčivý motor s kmitací cívkou (MKC) pohybuje nosičem 20 snímače obecně radiálně přes povrch disku 16, takže hlava může být ve styku s různými datovými stopami na disku 16.

Obr. 2 znázorňuje půdorys vnitřku diskové soupravy s odstraněným víkem 11 a ukazuje v lepším detailu závěs 24, který vyvíjí sílu na nosič 20, aby jej tlačil do dotyku s filmem 50 maziva na disku 16. Závěs 24 může být obvyklého typu jako je použit v soupravách magnetických disků, které mají kluzný člen na vzduchovém ložisku. Příklad je dobře známý závěs Watroua popsany v patentovém spisu Spojených států amerických 4 165 765 přihlašovatele předmětné přihlášky vynálezu. Tento typ závěsu také tvoří připojení nosiče 20 snímače kulovou hlavou, které umožňuje výkyvný pohyb nosiče 20 když klouže na kapalném filmu maziva.

Obr. 3 znázorňuje bokorys nosiče 20 snímače a řez diskem 16 v kontaktním záznamovém provedení tohoto vynálezu s kapalným ložiskem. Nosič 20 má dotykový výstupek ve formě ližiny 40 v blízkosti svého zadního konce a MR čtecí/induktivní záznamovou hlavu 42 umístěnou na jeho zadním okraji 44. Ližina 40 je obecně v dotyku s kapalným filmem 50 disku 16 a je tlačena do dotyku během čtení nebo záznamu; silou vyvíjenou připojeným závěsem 24. U předního konce nosiče 20 je proveden povrch 23 vzduchového ložiska pro zdvižení předního konce zatímco zadní konec ližiny 40 klouže po filmu 50 maziva když se disk 16 otáčí svou provozní rychlostí.

Spodní strana nosiče 20 přilehlá k disku 16 je znázorněna na obr. 4. Přední strana povrchu 23 vzduchového ložiska obsahuje dva výstupky 25, 27, které pomáhají působení vzduchového ložiska pro přední konec nosiče 20 jakož i nesení nosiče 20 na filmu 50 maziva když se disk 16 neotáčí provozní rychlostí. Povrchy a výstupky nosiče 20, jak je znázorněno na obr. 4, jsou vytvořeny obvyklými výrobními technikami kluzných členů vzduchových ložisek, jako strojním obráběním, reaktivním iontovým leptáním a iontovým broušením.

Obr. 5 znázorňuje řez částí disku 16 s filmem 50 maziva a zvětšenou částí nosiče 20 s MR čtecí/induktivní záznamovou hlavou 42 tvarovanou jako hlava s tenkým filmem na zadním okraji 44. MR čtecí snímač 60 a indukční záznamová hlava 62 jsou tvarovány jako tenké filmy na zadním okraji 44 nosiče 20, který slouží jako podklad pro uložení filmů. MR čtecí snímač 60 má konec 61 a je uložen mezi navzájem vzdálenými štíty 62, 63. MR snímač 60 je někdy označován jako "proužek" magneto-odporového materiálu mající tloušťku t (ve směru rovnoběžném s povrchem disku 16) a výšku h (ve směru kolmém k povrchu disku 16). Indukční, záznamová hlava 70 má cívkou 73 (znázorněnou v řezu) a záznamovou mezeru 75. Záznamová mezera 75 je vymezena dvěma pólovými nástavci, z nichž jeden je pólový nástavec 76 a druhý slouží také jako MR štít 63. Konec 61 MR čtecího snímače 60 a mezera 75 indukční záznamové hlavy 70 jsou směřovány k povrchu disku 16 pro čtení a záznam dat a jsou vyhloubeny od konce ližiny 41. Konec ližiny 40 a konec 61 MR snímače 60 jsou typicky v dotyku s filmem 50 maziva na disku 16 během čtení a záznamu. Protože indukční hlava 70 nemusí číst data zaznamenaná v magnetické vrstvě disku 16, její návrh může být optimalizován pro záznam.

Vraťme se k obr. 2. Data sejmutá z disku 16 MR snímačem 60 (obr. 5), který je částí hlavy 42, se zpracují na přečtený datový signál zpracovacím obvodem v integrovaném čipu 30 umístěném na ramenu 22. Čip 30 typicky obsahuje obvod předzesílení a jiný zpracovací obvod používající obvyklé techniky jako ony popsané v patentových spisech Spojených států amerických 4 706 138 a 4 786 993 přihlašovatele předmětné přihlášky vynálezu. Signály z MR snímače 60 jsou vedeny kabelem 32 do čipu 30, který vysílá své výstupní signály kabelem 34.

Obr. 6 znázorňuje bokorysný řez integrovaného závěsu 80 hlavy a řez diskem 16 v "suchém" dotyku záznamového provedení tohoto vynálezu. Integrovaný závěs 80 hlavy slouží ve funkci závěsu 24 a nosiče 20 ve provedení kapalného ložiska na obr. 3. Na rozdíl od tohoto obr. 3 je však snímač znázorněn jako indukční záznamová hlava s pólovým nástavcem 82, s cívkou 84 a MR čtecím snímačem 86 uložen v integrovaném závěsu 80 hlavy. Závěs 80 hlavy má opotřebovací výstupek 88, který je v dotyku s povrchem disku 16 během čtení a záznamu a během života diskové soupravy se pomalu opotřebovává. Závěsová část integrovaného závěsu 80 hlavy je připojena k ovladači mírně předepjatým ohybem, takže na hlavě je udržována síla, která tlačí opotřebovací výstupek 88 do styku s diskem 16 a udržuje jej v dotyku během čtení a záznamu. Disk 16 může obsahovat na svém povrchu tenký film maziva pro dotyk s opotřebovacím výstupkem 88 pro minimalizaci opotřebení výstupku 88 a disku 16.

Kontaktní záznamová disková souprava s kapalným ložiskem znázorněná na obr. 1 až 5 byla zkoušena s použitím disku o průměru 2,5" s tenkým filmem majícím magnetickou vrstvu z kobaltu, platiny a chrómu a ochrannou uhlíkovou vnější vrstvu o tloušťce 150 Angströmů. Obvyklé perfluoropolyetherové mazivo (Demnum brand SP) bylo naneseno natřením pro vytvoření kapalného filmu 50 o tloušťce asi 42 Angströmů na uhlíkové vnější vrstvě. Nosič 20 snímače znázorněn na obr. 3 byl vyroben obvyklým iontovým broušením s uhlíkovou ližinou 40 vyčnívající z tělesa nosiče 20 na délku asi 1600 Angströmů. Zátěž vyvíjená na nosič 20 závěsem 24 byla 4-6 g. Spolupůsobení nosiče 20 s diskem 16 ve formě vysoké unášecí síly ($>0,2$ gm) a rychlosti chvění bylo až do 3-4 m/s. Od této rychlosti až do asi 10 m/s byl výstupek 40 obecně v dotyku s kapalným filmem na disku.

Přečtený signál z MR snímače 60 byl měřen za provozu diskové soupravy. Bylo pozorováno významné kolísání v základní úrovni výstupního signálu z MR snímače 60. Toto kolísání nebo modulace základní úrovně přečteného signálu MR snímače byla synchronní s otáčením disku. Signál modulace základní úrovně se přičítal k magnetickému signálu, nebyl však magnetický svým původem. Nemohl být vymazán indukční záznamovou hlavou 70 a byl také zjištěn na nemagnetických discích. Amplituda tohoto modulačního signálu základní úrovně byla tak vysoká jako jedna polovina magnetického signálu na discích se jmenovitým vstupním klidovým proudem přivedeným na MR snímač 60. Tato neočekávaná modulace signálu základní úrovně může přispívat k chybám v přečteném signálu, což může učinit MR snímač nepoužitelným v kontaktní záznamové diskové soupravě.

Typický signál modulace základní úrovně z MR snímače 60 je znázorněn na obr. 7. Signál byl získán obvyklým MR snímačem na nosiči na disku otáčejícím se rychlostí, která vyvíjela místní rychlost disku pod nosičem 20 asi 9 m/s. Vstupní klidový proud $I=12$ mA byl přiveden do MR snímače, který měl charakteristický teplotní součinitel odporu, označený β , rovný $0,23\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Maximální amplituda mezi dvěma vrcholy signálu základní úrovně. $\Delta V(p-p)$ byla asi 230 mikrovoltů. Tento signál základní úrovně znázorněn na obr. 7 se opakoval beze změny při každé otáčce disku. Tvar signálu se změnil když byla hlava převedena do jiné radiální polohy na disku, avšak nový signál byl opět synchronní s otáčením disku. Signál také změnil polaritu když se převrátila polarita vstupního klidového proudu přivedeného na MR snímač.

Mechanismus, který byl objeven jako odpovědný za modulaci základní úrovně, může být vysvětlen přihlédnutím k obr. 8. Povrch disku 16 není dokonale hladký, nýbrž má zbytkovou vlnitost. Tato vlnitost má rozsah amplitud a vlnových délek, přičemž střední amplituda a vlnová délka jsou ΔX a L . MR snímač klouže po tomto vlnitém povrchu se střední vzdáleností X_0 . Zadní výstupek 40 je navržen aby způsobil střední mechanickou vzdálenost X_0 o hodnotě asi 100 Angströmů. Disk 16 má v podstatě stálou teplotu okolí T_0 . MR snímač 60 má však teplotu T_s , která je vyšší než T_0 , vlivem Jouleova tepla způsobeného stálou hodnotou vstupního klidového proudu I . Teplota T_s je určena výkonem $I^2 R$ rozptýleným v MR snímači 60 a tepelnou vodivostí mezi MR snímačem 60 a jeho okolím podle rovnice:

$$T_s - T_0 = \frac{I^2 R}{(G_0 + G_1)} \sim \frac{I^2 R (G_0 - G_1)}{G_0^2} \quad (1)$$

kde R je odpor MR snímače 60. G_0 je tepelná vodivost mezi MR snímačem 60 a nosičem 20. G_1 je tepelná vodivost mezi MR snímačem 60 a diskem 16, a G_1 je typicky menší než G_0 . Největší množství tepla je odvedeno z MR snímače vnitřní cestou do tělesa nosiče 20. Nicméně jestliže vzdálenost mezi MR snímačem 60 a diskem 16 je malá, jako při kontaktním záznamu, část tepla bude převedena do disku 16 mezerou X_0 oddělující MR snímač 60 a disk 16. Je-li vzdálenost hlavy a disku 16 malá, je MR snímač 60 diskem 16 ochlazován.

Stupeň tohoto ochlazování závisí na hodnotě $T_s - T_0$ a na tepelné vodivosti G_1 mezi MR snímačem 60 a diskem 16. Obr. 9 znázorňuje tento jev jako funkci vstupního klidového proudu I MR snímače 60. Křivka "A" je teplota MR snímače 60 nad okolím když hlava je zdvižena o 1 mm nad otáčející se disk 16. Křivka "B" je teplota MR snímače 60 když nosič 20 klouže ve výšce asi 100 Angströmů nad diskem 16. Poznamenejme, že při hodnotě vstupního klidového proudu $I=12$ mA má MR snímač teplotu asi o 10 °C nižší když nosič 20 klouže po kapalném filmu. Těsná blízkost disku 16 ke MR snímači 60 při kontaktním záznamu ochladila MR snímač 60 v tomto pokusném příkladu ze 44 °C nad okolím na 34 °C nad okolím. Následek výše uvedených výsledků pokusů, pozorovaná modulace signálu základní úrovně podle obr. 7 může být popsána výrazy tohoto chladicího účinku. Vlnitost disku 16 znázorněná na obr. 8 moduluje tepelnou vodivost G_1 mezi MR snímačem 60 a diskem 16. To dále moduluje stupeň ochlazování a tedy teplotu MR snímače 60. Kolísání teploty MR snímače 60 má za následek kolísání jeho odporu a to způsobuje vznik signálu modulace základní úrovně při konstantním vstupním klidovém proudu I MR snímače 60.

Za účelem optimalizace chování MR snímače 60 má-li tento být použit v kontaktní záznamové diskové soupravě, je tedy nutné vyvinout techniky k odstranění nebo minimalizaci neočekávané modulace signálu základní úrovně, na obr. 10 je znázorněn čtecí kanál pro použití v tomto vynálezu. Obvyklé na trhu dostupné prvky pro vytvoření čtecího kanálu připojeného k MR snímači 60 obsahují předzesilovač 100, který je částí obvyklého řídicího obvodu záznamu a předzesilovacího čipu, který je typicky umístěn v ovládacím ramenu (viz čip 30 na obr. 1), vyrovnávač/filtr 102, obvod 104 samočinného řízení zisku, a jeden ze tří prvků kanálu, zpracování signálu. Tři prvky kanálu zpracování signálu mohou přijímat výstupní signál vyrovnávače/filtru 102 obsahujícího kanál 105 detekce vrcholů, kanál 106 maximální pravděpodobnosti částečné odpovědi, nebo kanál 107 digitálního filtru částečné odpovědi.

Na obr. 11 je znázorněn výstup předzesilovače 100 pro signál z vymazané DC stopy. Obr. 11 tudíž znázorňuje modulaci signálu základní úrovně způsobenou výlučně vlnitostí podkladu disku 16. Výstup předzesilovače 100 z téže stopy zaznamenaný se signálem 13,5 MHz je znázorněn na obr. 12. Obr. 12 takto znázorňuje účinek modulace signálu základní úrovně na obálku přečteného magnetického signálu. Vysokofrekvenční složky a aditivní povahu výsledné obálky signálu znázorněného na obr. 12 není možno korigovat obvodem 104 samočinného řízení zisku v obvyklém záznamovém kanálu. Jak je znázorněno na obr. 11 a 12 tepelně indukovaná modulace signálu základní úrovně způsobuje významné vychýlení amplitudy přečteného signálu až do 50 % či více. Kdyby nebyla provedena korekce, tato obálka signálu by značně snížila okraj šumu možný pro detekci signálu přípustnou pro obvody 105, 106 a 107 zpracovacího kanálu se značnými velikostmi chyb přečteného signálu. Bylo pokusně zjištěno, že když maximální amplituda signálu základní úrovně je menší než asi 20 % amplitudy přečteného magnetického signálu, je výstup ze čtecího kanálu přijatelný, ačkoliv chyby způsobené šumem mohou být o něco vyšší. Nicméně jestliže poměr maxima či vrcholu amplitudy signálu základní úrovně ku amplitudě přečteného magnetického signálu je větší než asi 0,2, musí být učiněno nějaké

opatření pro potlačení nebo minimalizaci modulace signálu základní úrovně. Skutečnost, že modulace signálu základní úrovně je aditivní k přecházenému signálu, umožňuje potlačení modulačního signálu vhodnou filtrací. Podle obr. 10 jsou do záznamového kanálu vloženy jednopólová horní propust 108 a vyrovnávací zesilovač 110 mezi obvod 104 samočinného řízení zisku a vyrovnávací/filtr 102 jako korektor modulace základní úrovně. V popsanych výsledcích pokusů signál modulace základní úrovně má kmitočtové složky 200 MHz a nižší s největšími výkyvy amplitudy obálky signálu na kmitočtech pod 100 MHz. Jednopólová horní propust 108 s optimálně zvoleným vrcholovým kmitočtem účinně potlačí všechny rušivé jevy způsobené signálem. Vyrovnávací zesilovač 110 je nutný pro přizpůsobení impedance a pro kompenzaci vložené ztráty horní propusti 108. Kritéria pro určení vrcholového kmitočtu jsou založena na výsledcích pokusů a závisí na lineární rychlosti disku 16 vzhledem ke hlavě a na vlnitosti disku 16. Pro experimentální data uvedená výše byl vrcholový kmitočet určen asi 150 kHz, což má za následek potlačení výkyvů amplitudy asi 10 % nebo vyšších.

Zatímco prvky znázorněné na obr. 10 jako diskrétní na trhu dostupné moduly pro záznamový kanál, lze sloučit všechny funkce prováděné prvky 104, 108, 110 a 102 a jedním z volitelných prvků 105, 106 nebo 107 kanálu pro zpracování signálu do jediného čipu. Žádný běžný na trhu dostupný kanálový čip neobsahuje programovatelnou horní propust. Programovatelnost vrcholového kmitočtu horní propusti je nutná pro optimální potlačení signálu základní úrovně pro rozličné kombinace disků 16 a rychlostí otáčení hnacího systému disku 16. Takový integrovaný čip může být postaven dodavateli integrovaných obvodů pro smíšené signály, jako Analog Devices, VTC, Cirrus Logic nebo Plessey.

Jak je znázorněno na obr. 9, protože modulace signálu základní úrovně je funkcí rozdílu teplot MR snímače 60 a okolí disku $T_s - T_0$, je také možné podstatně minimalizovat účinek neočekávaného signálu vhodným návrhem MR snímače 60. T_0 může být objasněno s přihlédnutím k obr. 1.

Tepelná vodivost G_0 mezi MR snímačem 60 a nosičem 20 může být optimalizována takto:

$$G_0 = K_{INS} \cdot w \cdot h / g \quad (2)$$

kde K_{INS} je tepelná vodivost izolačního materiálu v mezeře mezi MR snímačem 60 a přilehlými štíty 62, 63, w je šířka stopy a h je výška MR snímače 60. Tepelná vodivost G_1 mezi MR snímačem 60 a diskem 16 se může určit takto:

$$G_1 = K_{HD} \cdot w \cdot t / (X_0 + dX) \sim K_{HD} \cdot w \cdot t \cdot (X_0 + dX) / X_0^2 \quad (3)$$

kde K_{HD} je tepelná vodivost rozhraní hlavy a disku, t je tloušťka MR snímače 60 a dX je změna vzdálenosti X_0 mezi hlavou a diskem 16. Odpor R MR snímače 60 je dán vztahem:

$$R = \rho \cdot w / (t \cdot h) \quad (4)$$

kde ρ je měrný odpor MR snímače 60. Dosazením z rovnic 2-4 do rovnice 1 a použitím známého vztahu jsou změny signálu MR snímače závislé na teplotě podle vztahu:

$$dV = I \cdot R \cdot \beta \cdot dT \quad (5)$$

takže

$$dV = (\rho / K_{INS})^2 \cdot \beta \cdot K_{HD} \cdot w l^3 (g^2 / (t \cdot h^4)) (dX / X_0^2) \quad (6)$$

Rovnice 6 tudíž vyjadřuje změnu napětí, dV , signálu MR snímače 60 jako funkci změny vzdálenosti dX mezi MR snímačem 60 a diskem 16. Výstupní magnetický signál MR snímače 60 je dán vztahem:

$$S \sim \rho_m \cdot I \cdot w / (t^2 \cdot h) \quad (7)$$

kde ρ_m je magnetorezistivita materiálu snímače.

Na základě znalosti rovnic 6 a 7 a tedy veličin, které ovlivňují dV a S , lze navrhnout MR snímač 60 změnou některých parametrů pro minimalizaci dV bez významného ovlivnění S . Jak bylo uvedeno výše, jestliže se dV/S udržuje na hodnotě menší než 0,2, výstup MR snímače 60 může být přijatelný. Tak například protože výška h snímače nepřímo se čtvrtou mocninou ovlivňuje dV , avšak s ovlivňuje nepřímo pouze lineárně, malé zvětšení h může významně snížit dV/S . Podobně malé zmenšení vstupního klidového proudu I může mít stejný vliv protože dV je přímo závislé na třetí mocnině I , zatímco S je závislé pouze lineárně, z rovnic 6 a 7 také plyne, že vhodné snížení tloušťky t snímače a příslušné snížení vstupního klidového proudu I (pro udržení S na žádané úrovni) také sníží dV/S . Také volba vhodného materiálu, který má vysokou tepelnou vodivost K_{INS} pro mezeru mezi MR snímačem 60 a štíty 62, 63 způsobí, že MR snímač 60 bude pracovat při nižší teplotě a dV bude sníženo se čtvercem zvětšení hodnoty K_{INS} . Vhodnou volbou těchto parametrů návrhu MR snímače 60 lze navrhnout kontaktní záznamovou diskovou soupravu, která minimalizuje účinek nežádoucí modulace signálu základní úrovně vlnitostí podkladu disku 16 a bez potřeby filtru ve čtecím kanálu.

Také lze minimalizovat účinek modulace signálu základní úrovně tím, že disk 16 se vyrobí co možno hladký. Protože dV závisí přímo na dX , jak je patrné z obr. 6, dV by se blížilo nule při dokonale hladkém disku ($dX=0$). Nicméně protože jsou zde meze dosažitelné hladkosti disku 16, je zde alternativní přístup spočívající v minimalizaci "délky" dotykového výstupku nosiče hlavy, nebo v zajištění, aby jeho "délka" byla menší než perioda "vlnitosti" disku 16. Perioda vlnitosti může být definována jako lineární vzdálenost mezi vrcholy nebo prohlubněmi povrchu disku 16, (Viz periodu vlnitosti L na obr. 8). Na obr. 13 je znázorněno idealizované provedení když část nosiče hlavy v dotyku s diskem, dotykový výstupek 150, s MR snímačem 160, klouže po disku 170, který má periodu vlnitosti L a amplitudu ΔX . Změna dX výšky MR snímače 160 nad povrchem disku 170 je způsobena částečně tím, že délka dotykového výstupku 150 je větší než střední perioda vlnitosti L disku 170. Zajištěním, aby délka dotykového výstupku 150 byla menší než L buď zmenšením jeho délky, nebo/a zlepšením hladkosti disku 170, takže výstupek 150 má dostatečně malé rozměry, aby zapadl mezi vrcholy vlnitosti disku 170, může být snížen účinek modulace signálu základní úrovně. To je znázorněno na obr. 14, kde úzký dotykový výstupek 180 mající délku značně menší než L , je znázorněn při sledování vlnitosti disku 170, čímž se zmenšuje dX a minimalizuje dV/S .

Byla podrobně vysvětlena upřednostňovaná provedení tohoto vynálezu, je však zřejmé, že lze provést řadu obměn a úprav, aniž by se vybočilo z rámce myšlenky vynálezu.

PATENTOVÉ NÁROKY

5

1. Systém jednotky disku obsahující prostředek (12) pro otáčení disku připojený k disku (16), magneto-odporovou hlavu (42) pro generování signálu odezvou na data magneticky zaznamenaná na disku (16), nosič (20) pro nesení magneto-odporové hlavy (42), prostředek (22) připojený k nosiči (20) pro pohyb nosiče (20) a nesení magneto-odporové hlavy (42) napříč
10 disku (16), prostředek (24) pro zavádění nosiče (20) do dotyku s diskem (16) během čtení dat magneto-odporovou hlavou (42), prostředek (30) pro zpracování signálu z magneto-odporové hlavy (42), **vyznačující se tím**, že obsahuje prostředek (108, 110) pro minimalizaci modulace základní čáry signálu generovaného magneto-odporovou hlavou (42) během čtení dat z disku (16).

15

2. Systém jednotky disku podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že disk (16) má na svém povrchu kapalinový film (50) vytvářející kapalinové ložisko, přičemž nosič (20) obsahuje prostředek (22) pro nesení nosiče (20) na kapalinovém ložisku.

20

3. Systém jednotky disku podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nosič (20) má u svého konce, na kterém je uložena magneto-odporová hlava (42), kontaktní desku ve tvaru lyže (40) pro klouzání na kapalinovém filmu (50).

25

4. Systém jednotky disku podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nosič (20) obsahuje množství výstupků (25, 27) pro pojiždění na kapalinovém filmu (50).

30

5. Systém jednotky disku podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje prostředek (60) připojený k magneto-odporové hlavě (42) pro zpracování signálu reprezentujícího data detekovaná z disku (16) magneto-odporovou hlavou (42).

35

6. Systém jednotky disku podle nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že prostředek (108, 110) pro minimalizaci modulace základní čáry dále obsahuje prostředek pro filtraci signálu modulace základní čáry generovaného magneto-odporovou hlavou (42) a způsobeného zvlněním disku.

40

7. Systém jednotky disku podle nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že prostředek (108, 110) pro minimalizaci modulace základní čáry dále obsahuje prostředek (60, 62, 63) pro udržování teploty magneto-odporové hlavy (42) pod předem určenou hodnotou.

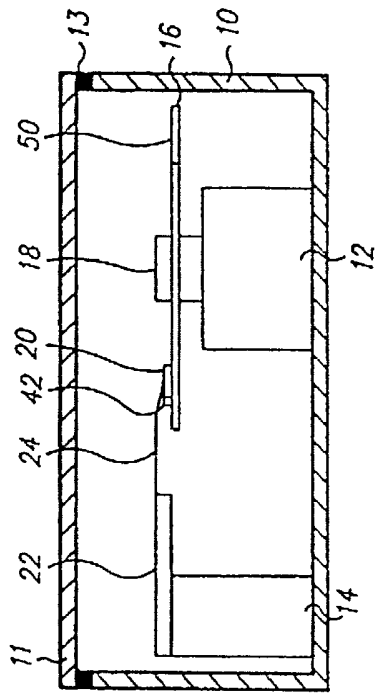
8. Systém jednotky disku podle nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že obsahuje prostředek pro přivádění na magneto-odporovou hlavu (42) předproudu majícího takovou hodnotu, aby poměr signálu modulace základní čáry k amplitudě magnetického signálu snímaného magneto-odporovou hlavou (42) byl menší než 0,2.

45

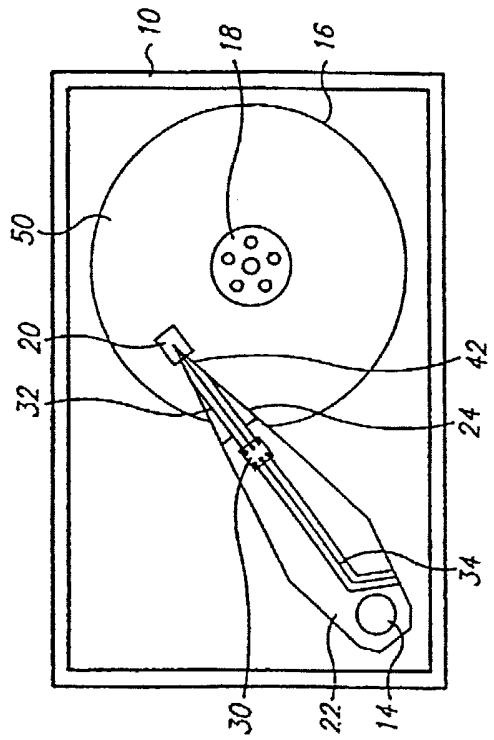
9. Systém jednotky disku podle nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že část nosiče (20) v dotyku s diskem (16) má délku menší než perioda zvlnění povrchu disku (16).

50

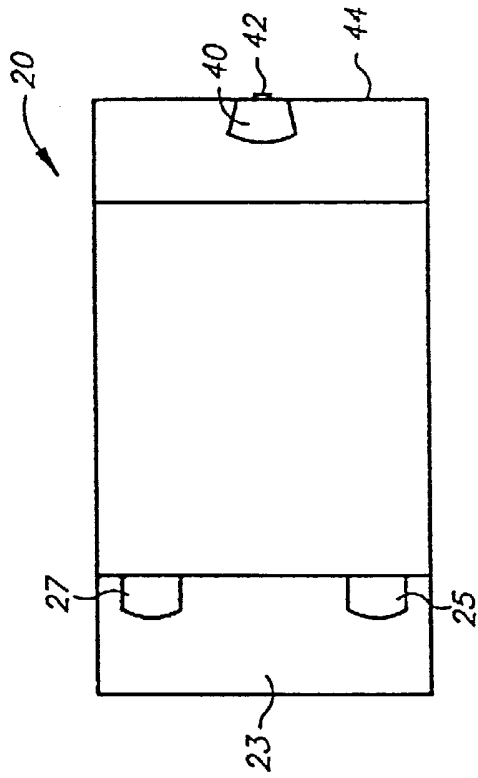
10. Systém jednotky disku podle nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje indukční záznamovou hlavu (42) pro záznam dat na disk (16) připojenou k nosiči (20).



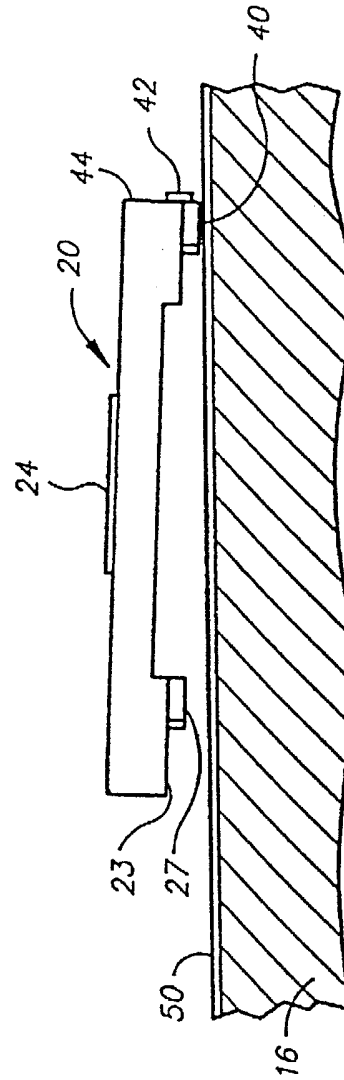
OBR. 1



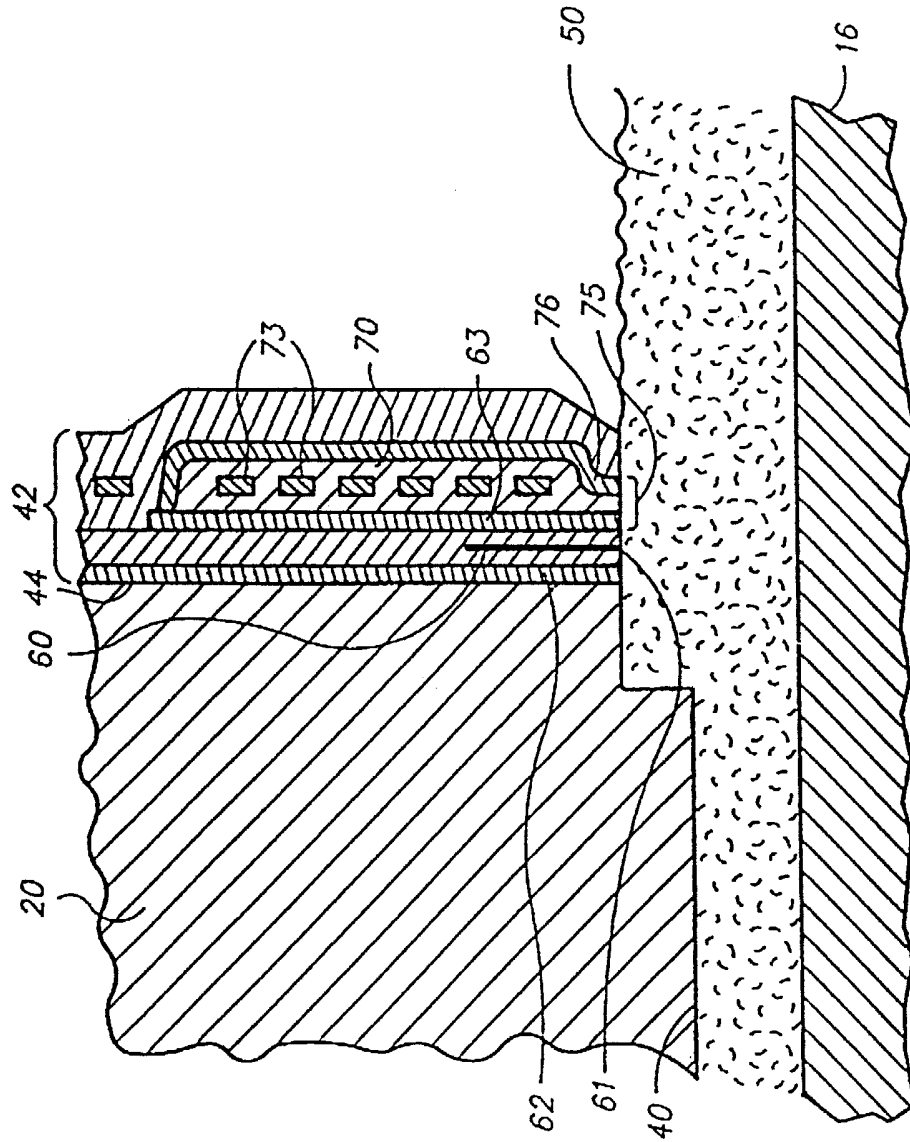
OBR. 2



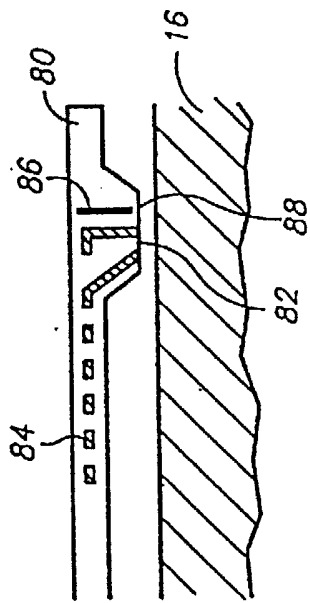
OBR. 4



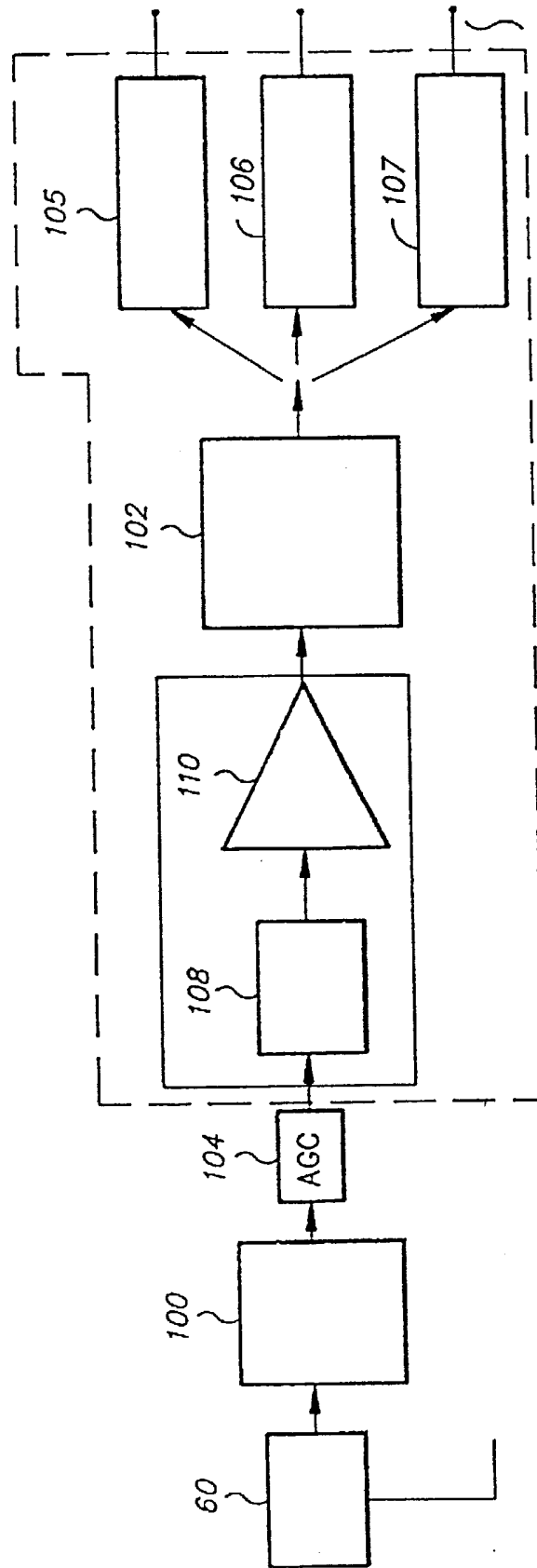
OBR. 3



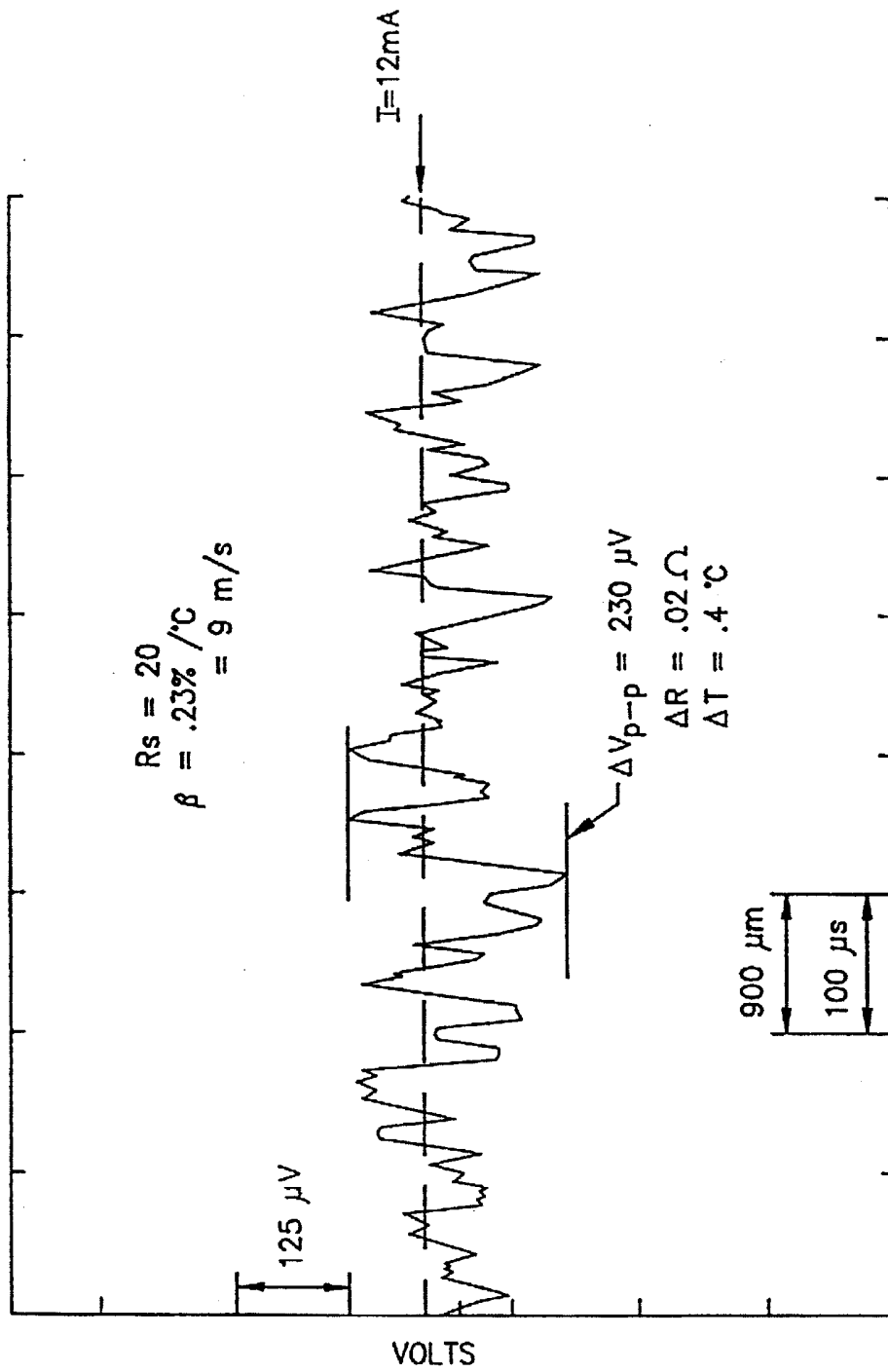
OBR. 5



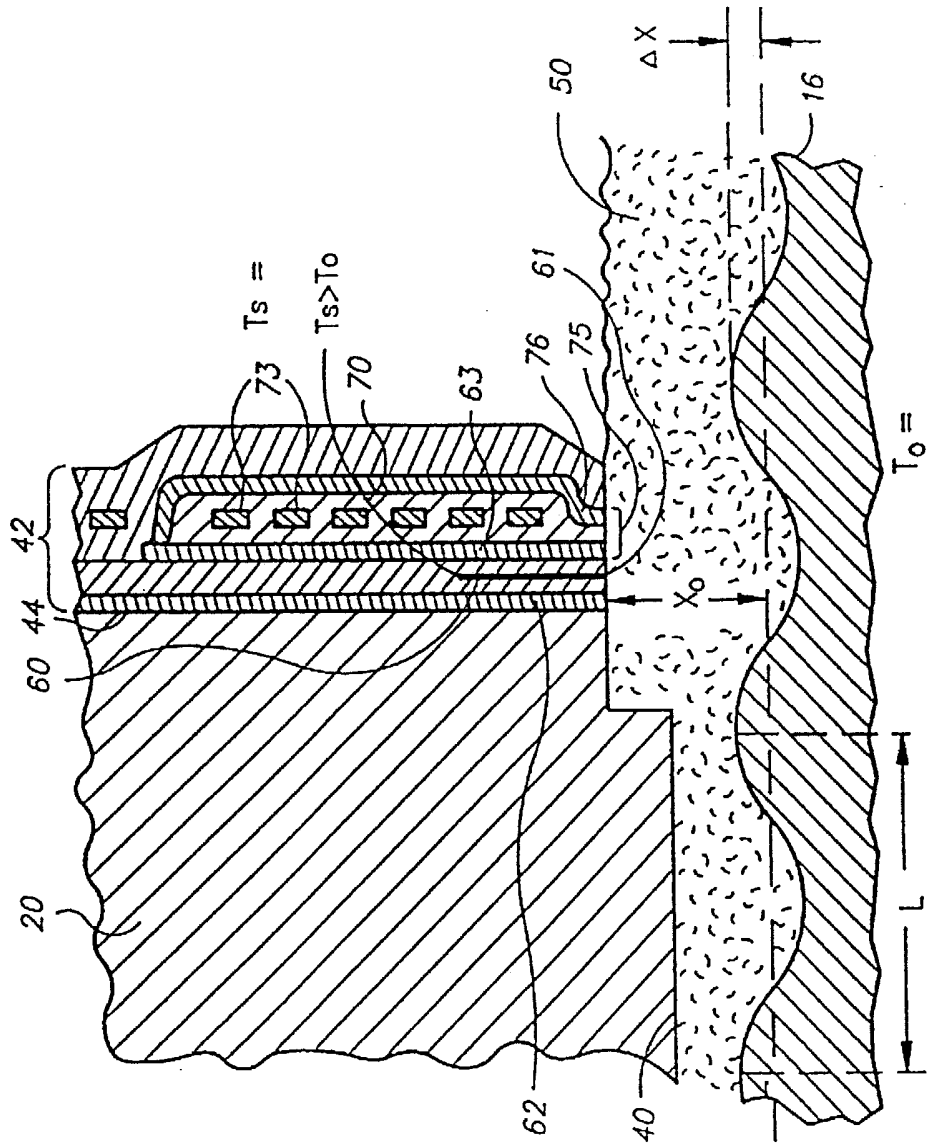
OBR. 6



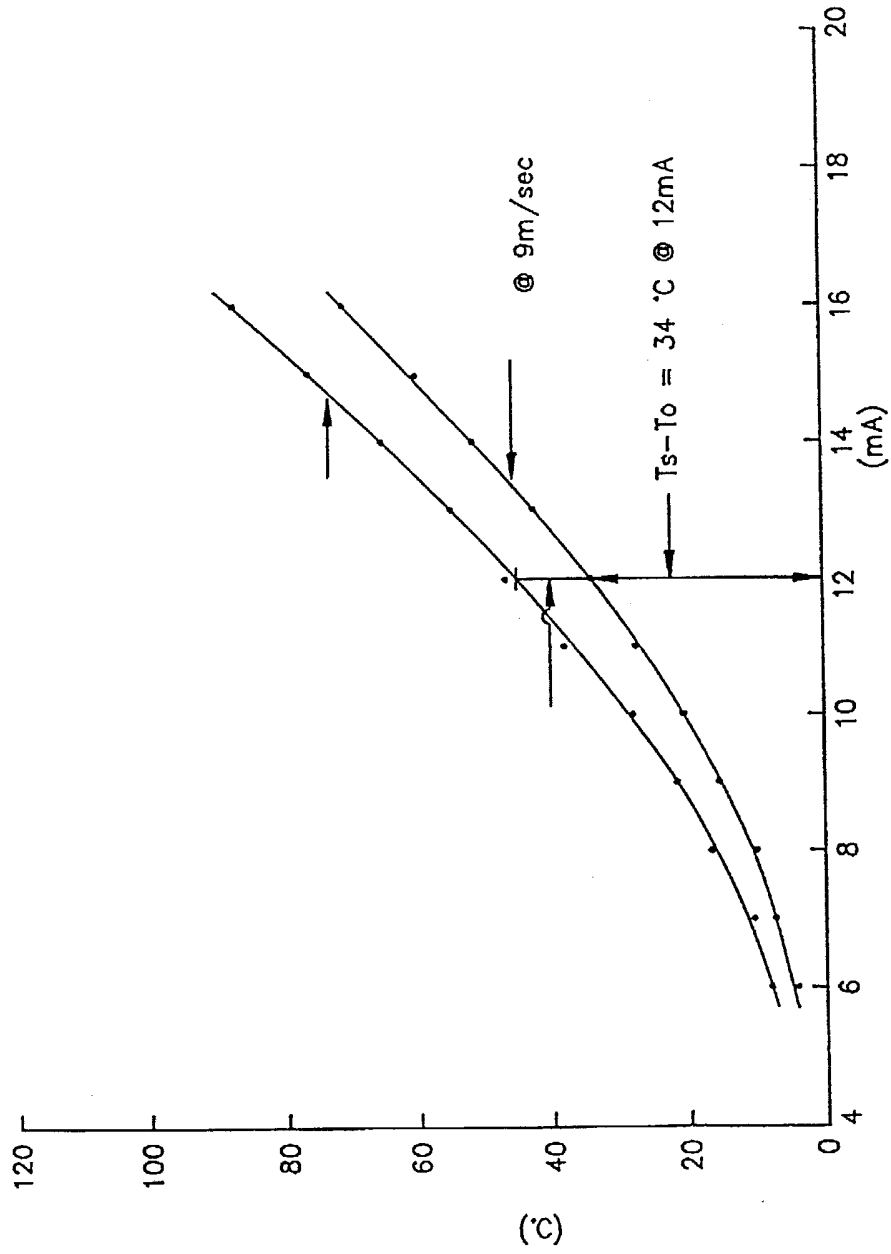
OBR. 10



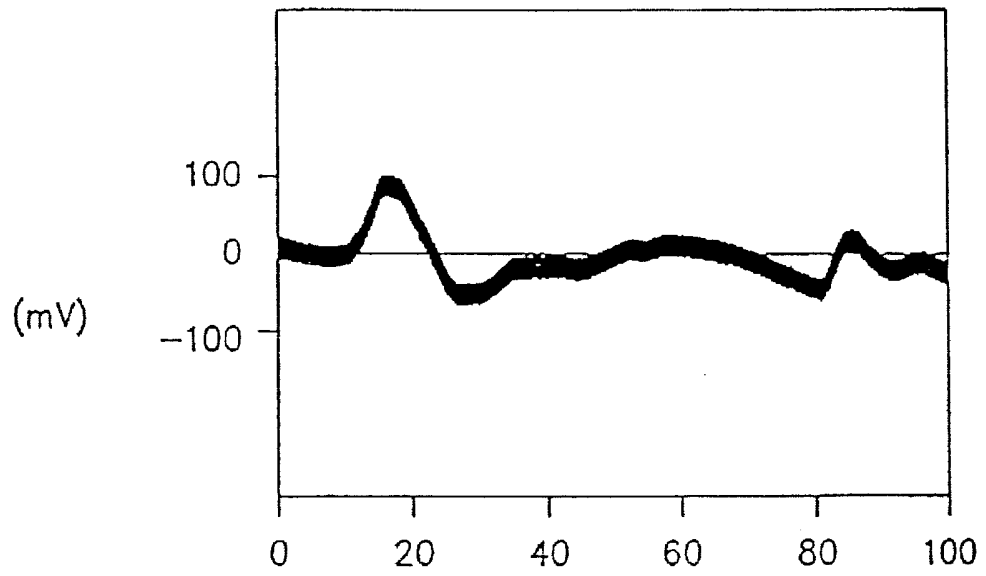
OBR. 7



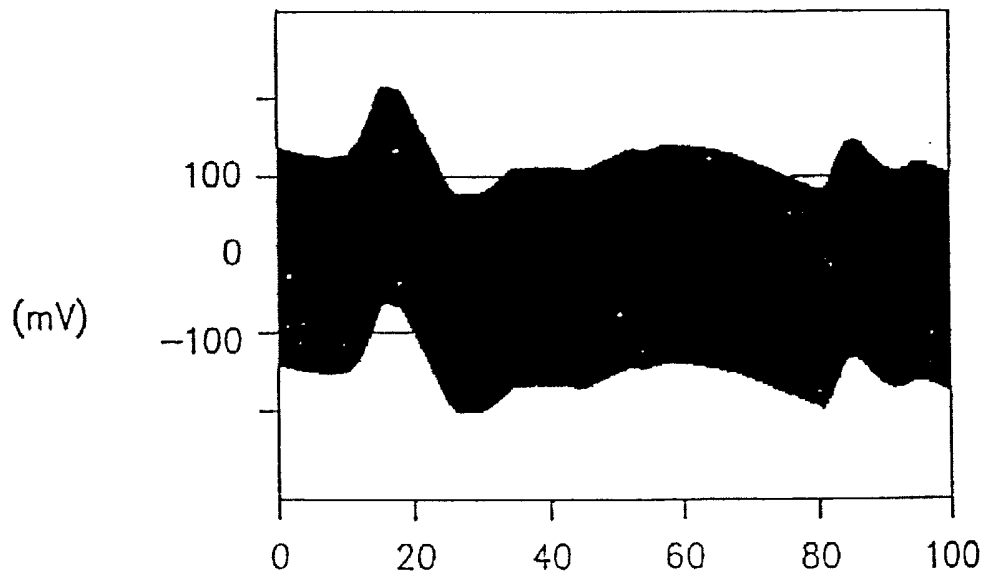
OBR. 8



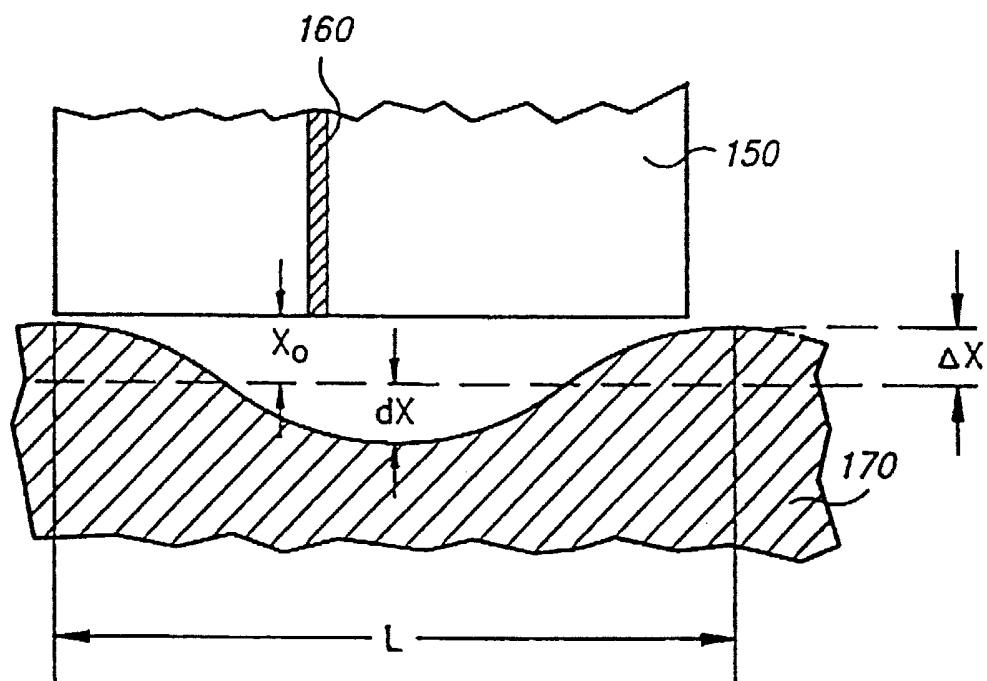
OBR. 9



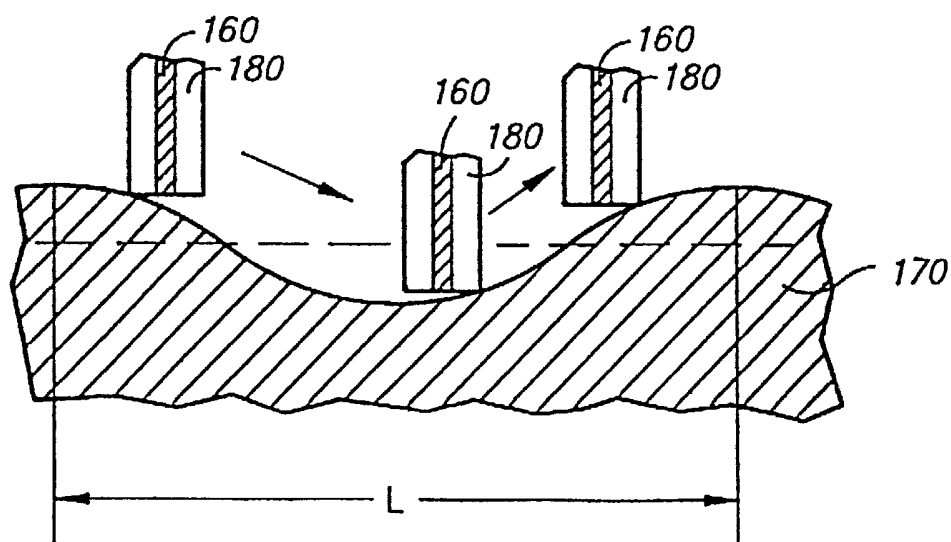
OBR. 11



OBR. 12



OBR. 13



OBR. 14

Konec dokumentu
