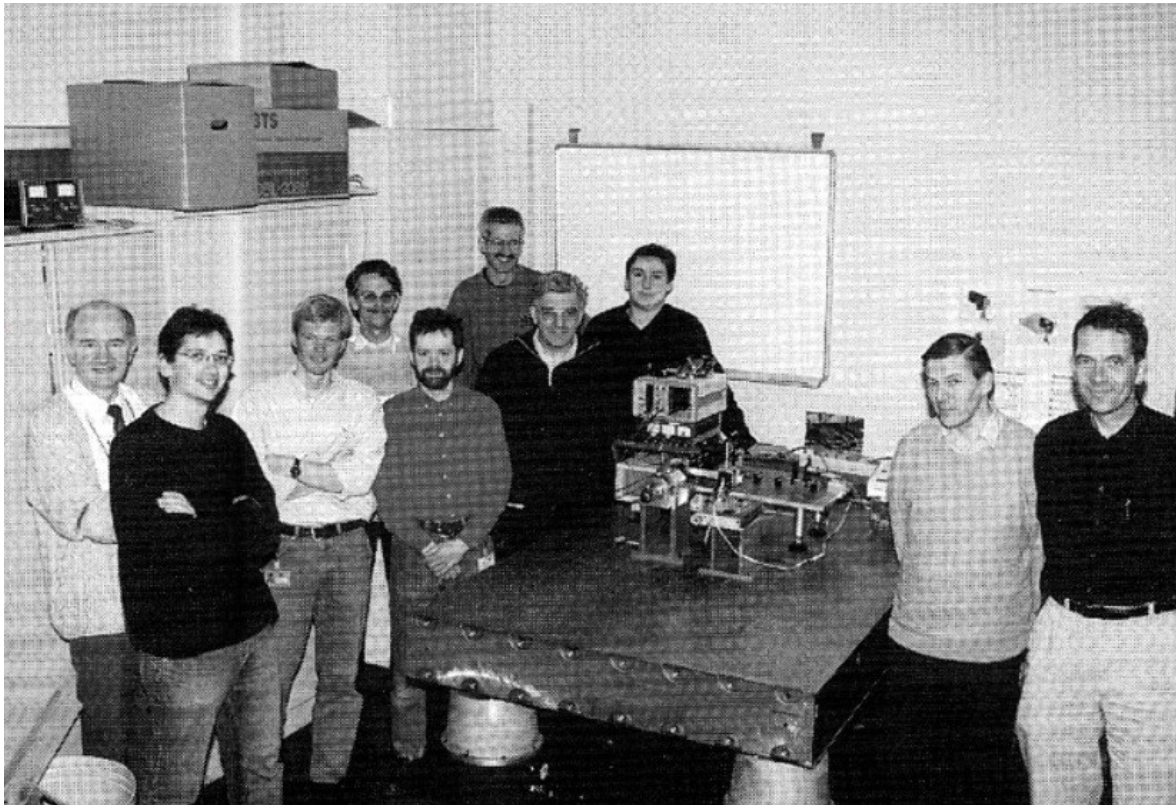


BRAVO! BRAVO! BRAVO!



De medewerkers van de hybride-'recording'-projectgroep

Hybride-'recording' voor een zeer hoge opslagcapaciteit

Murray Gillies, (NLJ 23-04-1999)

Of het nu gaat om kinderen die steeds ingewikkelder computerspelletjes wensen, of om volwassenen die 'virtual reality' willen beleven, de behoefte aan meer opslagcapaciteit zal voorlopig nog wel blijven bestaan. Anders gezegd: er is volop belangstelling voor een 'recording'-systeem dat nog meer, nog kleinere bitjes op een vierkante micrometer kan opslaan. Het is bekend dat Philips al heel lang een belangrijke rol speelt in 'recording'. Na het grote succes van de CD in de jaren tachtig is recent het DVD-systeem op de markt geïntroduceerd.

Om de sterke positie van Philips ook voor de toekomst veilig te stellen, wordt op het Nat.Lab. in verschillende groepen (hoofdzakelijk in de groepen Storage Technologies en Optics) gewerkt aan systemen met een nog hogere opslagcapaciteit dan het huidige DYD-systeem. Er zijn verschillende scenario's om een nog hogere dichtheid (en dus opslagcapaciteit), tot 100 gigabyte per disk en meer, te halen. Optische 'recording' is er daar een van, maar er bestaan twijfels over de maximaal haalbare capaciteit en de realiseerbare lees- en schrijfsnelheden. Voor disks met een capaciteit van 40 gigabyte wordt magneto-optische 'recording' een alternatief voor het bij DVD gebruikte principe van 'phase change recording'. Voor disks met een capaciteit groter dan 200 gigabyte wordt gedacht aan het hybride-'recording'-principe. Het oppervlak per bit is dan nog slechts 0,005 tot 0,01 mm², waarbij zelfs geavanceerde (magneto-optische) uitleesmethoden naar verwachting hun grenzen hebben bereikt.

Hybride-'recording' is in essentie magnetische 'recording': bij het schrijven wordt het magnetisch opslagmedium opgewarmd m.b.v. een laser, waardoor de coërciviteit (een maat voor het magneetveld dat nodig is om te kunnen schrijven) van de disk lokaal tijdelijk lager wordt. Dit effect maakt het schrijven van kleinere bits mogelijk, en daarmee dus het realiseren van hogere dichtheden.

Daarnaast kan het laserlicht ook worden gebruikt voor de uitlezing en de spoorvolging. Het onderzoek hiernaar vindt plaats in het hybride-'recording'-project (met Reinder Coehoorn als projectleider). Kleinere bits geven natuurlijk ook minder strooiflux, en dus kleinere signalen die gelezen moeten kunnen worden. Dit betekent dat, om magnetische bits om te kunnen zetten in een elektrisch signaal, er leeskoppen ontworpen moeten worden die veel gevoeliger zijn dan de huidige.

Leeskoppen

De meest gevoelige leeskoppen die in harddisks te vinden zijn, bevatten sensoren die gebruik maken het zgn. GMR-effect (giant magnetoresistance) en tonen een verandering van 7 tot 15 % in weerstand voor de bit-overgang van '0' naar '1'. Een nog groter magnetoweerstandseffect (20 tot 30%) kan met een magnetische tunneljunctie gehaald worden. Het tunnel-'magnetoresistance' (TMR)-effect berust op het principe dat de kans op elektron'tunnelling' door een oxidische barrière tussen twee magnetische elektrodes afhangt van de relatieve magnetisatie-richting van beide elektrodes: de weerstand wordt hoger wanneer de relatieve magnetisatie-richting draait van parallel naar antiparallel.

Resultaten

Nog maar enkele jaren geleden hadden slechts weinig onderzoekers er vertrouwen in dat het mogelijk zou zijn om magnetische tunneljuncties reproduceerbaar te vervaardigen. De dikte van de benodigde oxidische barrière is slechts 1 tot 2 nm, en deze laag moet dicht zijn over het gehele oppervlak van de junctie (in leeskoppen ca. 1 mm^2). Al in 1997 lukte het om, na een doorbraak bij het Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge (Boston), ook op het Nat.Lab. de eerste junctie te maken. Dit onderzoek vond plaats in samenwerking met TU Eindhoven en er werd gebruikgemaakt van een depositie-apparaat gebaseerd op 'molecular beam epitaxy' (MBE).

Sinds vorig jaar worden de magnetische tunneljuncties gemaakt in een nieuw ultrahogvacuüm-sputterdepositiesysteem, dat in Fab-WA staat. Sputterdepositie leent zich goed voor opschaling naar depositie op zeer grote 'wafers' in een industrieel proces. De elektrodes bestaan uit een ferromagnetisch materiaal dat met een laagdikte van 5 tot 10 nm gesputterd wordt. De barrière bestaat uit een dun aluminiumlaagje van slechts 1.5 nm, dat geoxideerd wordt met behulp van een O_2 -plasma. Om te voorkomen dat de onderste elektrode 'ook geoxideerd wordt (dit zou sensoren met een lagere gevoeligheid opleveren), is het belangrijk om het oxidatieproces van het aluminium goed te beheersen .

Met behulp van verschillende analysetechnieken (hoofdzakelijk RBS, TEM, XPS en Auger) hebben de onderzoekers die bij het maken van juncties betrokken zijn (Murray Gillies en Ton Kuiper), in nauwe samenwerking met onderzoekers van het CFT (groep-Viegers), veel informatie over deze zeer dunne oxidelaag verkregen. Op basis hiervan hebben zij juncties kunnen maken waarin een weerstandsverandering van 28% is waargenomen. Een typische eigenschap van magnetische tunneljuncties is dat de grootte van het effect afneemt naarmate de spanning over de junctie, die nodig is om de weerstand te meten, hoger is. Voor de hier gemaakte juncties blijkt dat bij een spanning van 500 mV nog de helft van het effect over is. Dit is meer dan wat tot nu toe in de literatuur gerapporteerd is. Voor het lithografisch structureren van de juncties, ook in Fab-WA, werd een succesvol proces ontwikkeld door Hans van Zon. Vooral het voorkomen van kortsluiting over de barrière tijdens het structureringsproces vormde een uitdaging.

Toekomst

De bereikte weerstandsverandering (28%) is één van de hoogst gerapporteerde reproduceerbare waarden bij kamertemperatuur. Het volgende doel is nu zeer gevoelige leeskoppen te fabriceren op basis van magnetische tunneljuncties voor hybride-'recording'. Er zijn nog voldoende nieuwe uitdagingen. De weerstand moet nog kleiner worden om de weerstandsruis te verlagen. Dit betekent: een nog dunnere oxidelaag, misschien dunner dan 1 nm. Het proces moet compatibel worden met het proces voor de fabricage van de koppen. Optische lithografie moet plaats maken voor elektronenbundellithografie om juncties te maken (met een oppervlak van 1 mm^2) die geschikt zijn voor het lezen van disks met een opslagcapaciteit van 100 tot 200 gigabyte.