Snímače magnetických veličin
Základní pojmy

Snímání magnetických veličin reprezentuje oblast měření vlastností feromagnetických materiálů při jejich výrobě a úpravě (měření hysterezní křivky) a měření vlastností magnetických polí, charakterizovaných dvojicí vektorových veličin - intenzitou H a indukcí B. Intenzita magnetického pole H je definována vztahem vyjadřujícím souvislost mezi elektrickým proudem a jím vytvořeným magnetickým polem v tom smyslu, že práce magnetického pole po uzavřené dráze je úměrná el. proudu, který dráha obepíná, její jednotkou je (Am^{-1})' Indukce B charakterizuje magnetické pole z hlediska jeho silových účinků na vodič, kterým protéká elektrický proud. Jednotka tesla (T) znamená indukci magnetického pole působícího na vodič délky l (m) protékaný proudem 1 (A) silou 1 (N) v kolmém směru k rovině určené vektory indukce R a proudu I Ze známého průběhu vektorů B, H plyne užití snímačů magnetických veličin v konstrukci snímačů síly (magnetoanizotropní snímač obr. 3.9l) a veličin na polohu převedených (např.. plovákový průtokoměr).

Typy snímačů a ieiich vlastností
a) Magnetorezistor

Magnetorezistor je dvojpólový prvek' jehož změna odporu ΔR vzniká zakřivením a tím prodloužením zrány nosičů náboje v polovodičovém materiálu vlivem vnějšího magnetického pole. Konstrukčně je tvořen vrstvou polovodičového materiálu (InSb) meandrovitého tvaru tloušťky asi 20 μm na keramické destičce (obr. 3.208). což umožňuje měřit indukci magnetického pole v malých mezerách. Vlastnosti popisuje voltampérová charakteristika, která má tvar svazku přímek (obr. 3'209) s parametrem indukce B přičemž směr proudu a směr indukce funkci neovlivňuje. Citlivost magnetorezistoru k je dána změnou odporu ΔR vyvolanou magnetickou indukcí, tj. platí pro ni vztah:

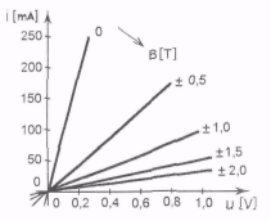
Obr. 3.208
Magnetorezistor

$$k = \frac{\frac{\Delta R}{R_0}}{B}$$

Hodnota parametru k se pohybuje řádově v jednotkách (T^{-1}). Magnetorezistory se používají jako bezkontaktně dvoupolohově nebo spojitě řízené rezistory, a to prostřednictvím permanentních magnetů, které se k nim přiblíží, nebo elektromagnetů, do jejichž vzduchové mezery se magnetorezistor vloží.

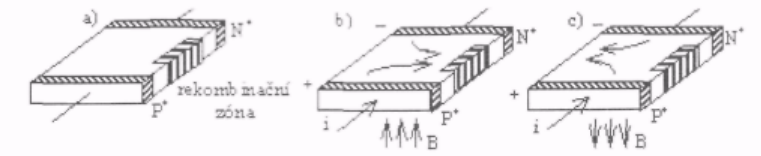
b) Magnetodioda

Magnetodioda pracuje na principu injekce nosičů náboje, jejichž doba života je řízena účinkem vnějšího magnetického pole. Konstrukčně je realizována hranolkem se strukturou P+IN+ a délkou, která je několikanásobkem difuzní délky injektovaných nosičů náboje z oblastí P+ a N+ (obr. 3.210a). V souladu s konvenčním označením struktury jsou oblasti P+(N+) silně dotované akceptory (donory) pro účinnou



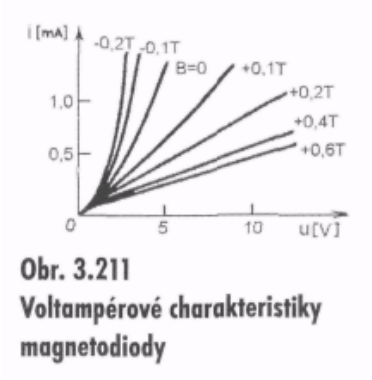
Obr. 3.209
Voltampérové charakteristiky magnetorezistoru

injekci děr a elektronů do intrinsické oblasti I, tvořené polovodičem (Ge, Si, InSb) s nízkou koncentrací nosičů.



Obr. 3.210 Magnetodioda: a) konstrukce, b, c) princip funkce

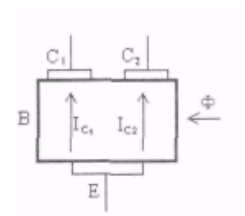
Při vložení diody do vnějšího magnetického pole a její polarizaci v propustném směru dochází silovým účinkem magnetického pole k vychylování pohybujících Se nosičů náboje do zóny rekombinace (zdrsněný nebo difúzí upravený povrch intrinsické zóny - obr. 3.210b) nebo opačným směrem od rekombinační zóny (obr. 3.210c). Tento jev vyvolá v prvním případě pokles proudu, tj. navenek stoupnutí odporu diody, v druhém případě prodloužení střední doby života, tím nárůst proudu a zmenšování odporu diody. Při závěrné polarizaci diody nemá změna směru vektoru indukce B na zpětný proud vliv. Voltampérová charakteristika magnetodiody je znázorněna na obr. 3.211. Typická citlivost magnetodiody je 5 (VmA^{-1} T^{-1}) při proudu 1 - 10 mA (tj. řádově jednotky mA). Vzhledem k velké citlivosti (větší než magnetoodpor nebo Hallova sonda) se magnetodioda používá pro měření slabých magnetických polí (10^{-4}T), její citlivost ale není konstantní, s růstem indukce klesá, jak plyne ze zmenšujícího se rozestupu voltampérových charakteristik obr. 3.211.



Obr. 3.211
Voltampérové charakteristiky magnetodiody

c) Magnetotranzistor

Magnetotranzistor je planární tranzistor se dvěma kolektory pracující jako diferenciální zesilovač, jehož provedení je schematicky znázorněno na obr. 3.212. Při nulové indukci magnetického pole jsou oba kolektorové proudy shodné, tj. platí $I_a = IC_2$. Vložením tranzistoru do magnetického pole charakterizovaného tokem ϕ mezi nimi vznikne v bázi B diference proudů ΔI_C odpovídající indukci. Citlivost magnetotranzistoru (značí se obvykle k) je definována standardním podílem změny výstupní veličiny, tj. rozdílu kolektorových proudů (uvažovaného relativně vzhledem k jejich součtu) ke změně vstupní veličiny, kterou je změna indukce magnetického pole:



Obr. 3.212
Magnetotranzistor

$$k = \frac{\Delta\left(I_{C1} - I_{C2}\right)}{\frac{I_{C1} + I_{C2}}{\Delta B}}$$