



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

258764

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

G 01 R 33/18

(22) Přihlášeno 24 02 86

(21) PV 1256-86.Q

(40) Zveřejněno 15 01 88

(45) Vydáno 14 04 89

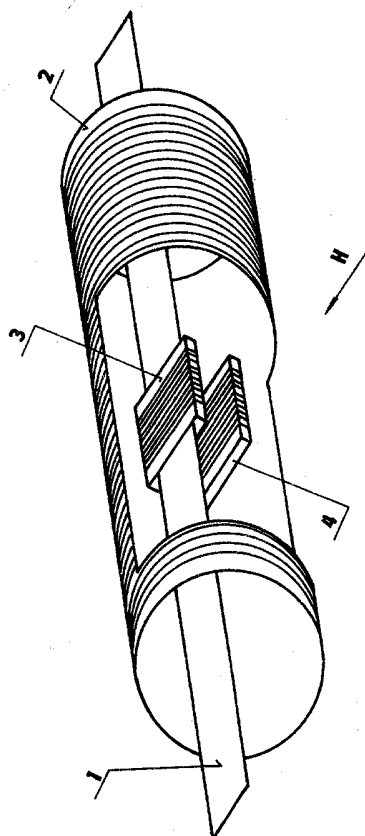
(75)

Autor vynálezu

KRAUS LUDEK ing. CSc., PRAHA

(54) Způsob měření konstanty nasycené magnetostrikce magnetických pásků

Řešení je založeno na měření konstanty nasycené magnetostrikce magnetických pásků pomocí střídavé magnetické susceptibility. Na měřený magnetický pásek se působí jednak statickým magnetickým polem kolmým k jeho podélné ose, jednak střídavým magnetickým polem rovnoběžným s jeho podélnou osou a dále mechanickým napětím rovnoběžným s podélnou osou magnetického pásku. Snímají se složky magnetického indukčního toku o směru rovnoběžném s podélnou osou měřeného magnetického pásku a tyto změny magnetického toku jsou mírou střídavé magnetické susceptibility.



Vynález se týká způsobu měření konstanty nasycené magnetostrikce magnetických pásků jednoduchou indukční metodou.

Magnetoelastické vlastnosti feromagnetických materiálů jsou důležité z hlediska jejich technických aplikací. Například u materiálů určených pro jádra transformátorů nebo pro točivé elektrické stroje je magnetostrikce nežádoucí jev, protože působí chvění, zvyšuje hlučnost a magnetizační ztráty v materiálu. Naproti tomu v jiných zařízeních jako jsou magnetomechanické převodníky, generátory ultrazvuku a podobně, se magnetostrikce využívá.

K určení magnetoelastických vlastností feromagnetických materiálů je nezbytná znalost konstanty nasycené magnetostrikce λ_s . Metody používané k jejímu měření je možno rozdělit do dvou skupin:

1) Na dilatační metody využívající změny rozměrů vzorku při jeho magnetování. Pro měření deformace se nejčastěji používají odporové nebo polovodičové extenzometry. Tyto postupy jsou však dosti pracné a jejich přesnost a citlivost v některých případech nemusí být dostačující. Je sice možno použít citlivější snímače prodloužení vzorku, které vyhovují i náročným požadavkům, avšak cena těchto přístrojů je poměrně vysoká.

2) Druhou skupinu tvoří metody, při kterých se využívá změn magnetických vlastností, ke kterým dochází při elastické deformaci vzorku. Jsou známy postupy založené na tomto principu, ale jen některé z nich jsou univerzální, tedy vhodné pro měření magnetostrikčních konstant obou znamének a libovolných velikostí. V poslední době vyvstává potřeba měřit konstantu nasycené magnetostrikce na vzorcích ve tvaru tenkých pásků, především v souvislosti s rozšířením výroby magnetických amorfních slitin. Tak je například znám jednoduchý univerzální způsob pro taková měření (A. Narita a kol.: IEEE Trans. Magn. MAG-16 (1980)). Na magnetický pásek pod tahovým napětím jsou přiložena dvě navzájem kolmá magnetická pole. Podélným statickým polem je pásek magnetován do nasycení v podélném směru. Mnohonásobně slabší střídavé pole přiložené napříč pásku vyvolává kmitání vektoru nasycené magnetizace kolem směru statického pole. Frekvence kmitů odpovídá frekvenci střídavého magnetického pole. Amplituda kmitů se určuje z napětí indukovaného ve snímací cívkce, jejímž středem pásek prochází.

Nevýhodou uvedené metody je, že indukované napětí je úměrné časové změně podélné složky magnetizace pásku. Frekvence indukovaného napětí se rovná dvojnásobku frekvence střídavého magnetického pole a amplituda indukovaného napětí je úměrná druhé mocnině amplitudy kmitů vektoru nasycené magnetizace. Přesné a citlivé určování amplitudy kmitů, ze které se určuje konstanta nasycené magnetostrikce, je proto poněkud komplikované.

Uvedený způsob měření zatím nenalezl širší uplatnění v praxi. Většina dosud známých způsobů měření magnetistrikční konstanty je poměrně nákladná a složitá, proto se měření této důležité veličiny zpravidla omezují jen na některé specializované laboratoře.

Uvedené nevýhody odstraňuje vynález, jehož předmětem je způsob měření konstanty nasycené magnetostrikce magnetických pásků pomocí střídavé magnetické susceptibility. Podstata vynálezu spočívá v tom, že na měřený magnetický pásek se působí jednak statickým magnetickým polem o směru rovnoběžném s rovinou magnetického pásku, kolmém k jeho podélné ose a majícím intenzitu dostačující k nasycení měřeného magnetického pásku, jednak střídavým magnetickým polem rovnoběžným s podélnou osou magnetického pásku. Dále se na měřený magnetický pásek působí mechanickým napětím rovnoběžným s podélnou osou magnetického pásku, přičemž se snímají složky magnetického indukčního toku o směru rovnoběžném s podélnou osou měřeného magnetického pásku a tyto změny magnetického toku jsou mírou střídavé magnetické susceptibility.

Při odvození vztahu mezi podélnou magnetickou susceptibilitou χ a konstantou nasycené magnetostrikce λ_s vycházíme ze známého výrazu pro hustotu volné energie E magnetického pásku

$$E = -M_s \cos \theta - M_s h \sin \theta \cos \omega t + \frac{1}{2} M_s^2 (N \sin^2 \theta + N \cos^2 \theta) + E_g,$$

kde M_s je nasycená magnetizace, $N_{||}$ a $N_{\perp}$ demagnetizační faktory podél a napříč pásku, E_g hustota anizotropní energie indukované tahovým napětím, θ je úhel, který v časovém okamžiku t svírá vektor nasycené magnetizace se směrem statického pole H , ω je kruhová frekvence a h amplituda střídavého magnetického pole.

Pro nízké hodnoty kruhové frekvence ω , kdy v každém okamžiku má vektor nasycené magnetizace směr odpovídající termodynamické rovnováze je možno úhel θ určit z podmínky minima hustoty volné energie

$$\frac{dE}{d\theta} = 0.$$

Pro malé amplitudy kmitů, tj. malé hodnoty úhlu θ , se získá pro podélnou magnetickou susceptibilitu výraz

$$\chi = \frac{M_s \sin \theta}{h \cos \omega t} = \frac{M_s}{H - H_0 - (N_{\perp} - N_{||})M_s}$$

kde efektivní anizotropní pole H představuje

$$H_0 = - \frac{1}{M_s} \frac{\partial^2 E_g}{\partial \theta^2} \bigg|_{\theta=0}.$$

V případě izotropního materiálu, jako například amorfního feromagnetika nebo neorientovaného polykryсталického materiálu platí

$$E_g = \frac{3}{2} \lambda_s \sigma \cos^2 \theta,$$

a tedy

$$H_0 = 3 \lambda_s \sigma M_s.$$

σ představuje velikost tahového napětí přiloženého na pásek. Měřením změn magnetické susceptibility χ , ke kterým dochází při změnách tahového napětí σ je možno určovat velikost nasycené magnetostrikční konstanty λ_s .

Přiložením statického magnetického pole napříč a střídavého magnetického pole podél pásku dosáhne se toho, že střídavá složka vektoru nasycené magnetizace je orientována převážně ve směru podél pásku a může být proto snadno snímána cívkou, jejímž středem pásek prochází. Výhodou tohoto uspořádání je, že napětí indukované ve snímací cívkce má stejnou frekvenci jako střídavé magnetické pole a jeho amplituda je přímo úměrná amplitudě kmitů vektoru nasycené magnetizace. K přesnému a citlivému měření indukovaného napětí se proto dají využít výhody známých střídavých můstkových metod.

Na připojeném výkresu je uveden příklad provedení zařízení pro měření konstanty nasycené magnetostrikce magnetických pásků podle vynálezu, kde je znázorněno uspořádání magnetizační, snímací a kompenzační cívky a způsob umístění měřeného pásku.

Měřený magnetický pásek 1 je magnetován do nasycení příčným statickým magnetickým polem H , jehož směr je v obrázku znázorněn šipkou. Střídavý proud procházející magnetizační cívkou 2 vytváří podélné střídavé magnetické pole. Ve snímací cívkce 3, jejímž středem pásek 1 prochází, se indukuje střídavé napětí vyvolané změnou magnetického indukčního toku touto cívkou. Kompenzační cívka 4, zapojená s opačným smyslem vinutí do série se snímací cívkou 3, slouží k vykompenzování napětí indukovaného ve snímací cívkce 3 za nepřítomnosti měřeného pásku 1.

Výsledné napětí indukované na dvojici cívek 3 a 4 je pak přímo úměrné podélné magnetické susceptibilitě χ měřeného pásku 1. Tahové napětí v pásku 1 se realizuje upevněním jednoho konce pásku 1 a přiložením tahové síly na druhý konec.

Malé změny susceptibility při změně tahového napětí mohou být velmi přesně a citlivě měřeny pomocí můstkových metod pro měření vzájemné indukčnosti, jako je například můstek Hartshornova typu.

Uvedený způsob měření konstanty nasycené magnetostrikce magnetických pásků může být použit například k rychlé a přesné kontrole vlastností magnetických materiálů vyráběných ve formě plechů nebo pásků přímo ve výrobním závodě.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob měření konstanty nasycené magnetostrikce magnetických pásků pomocí střídavé magnetické susceptibility, vyznačující se tím, že na měřený magnetický pásek se působí jednak statickým magnetickým polem o směru rovnoběžném s rovinou magnetického pásku, kolmém k jeho podélné ose a majícím intenzitu dostačující k nasycení měřeného magnetického pásku, jednak střídavým magnetickým polem rovnoběžným s podélnou osou magnetického pásku a dále mechanickým napětím rovnoběžným s podélnou osou magnetického pásku, přičemž se snímají složky magnetického indukčního toku o směru rovnoběžném s podélnou osou měřeného magnetického pásku a tyto změny magnetického toku jsou mírou střídavé magnetické susceptibility.

1 výkres

258764

