

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

28 670

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 29/22 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2014-29938**

(22) Přihlášeno: **03.09.2014**

(47) Zapsáno: **06.10.2015**

(73) Majitel:
Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ

(72) Původce:
Ing. Robert Macků, Ph.D., Brno- Líšeň, CZ
prof. Ing. Lubomír Grmela, CSc., Brno- Židenice,
CZ
Ing. Jiří Majzner, Ph.D., Brno- Štýřice, CZ
Ing. Jiří Šicner, Otrokovice, CZ
Ing. Pavel Škarvada, Ph.D., Brno- Bystřice, CZ

(74) Zástupce:
Kania, Sedlák, Smola, Ing. Tomáš Benda,
Mendlovo nám. 1a, 603 00 Brno

(54) Název užitého vzoru:
**Nedestruktivní indikátor lokálních
podpovrchových nehomogenit**

CZ 28670 U1

Nedestruktivní indikátor lokálních podpovrchových nehomogenit

Oblast techniky

Technické řešení se týká nedestruktivního indikátoru lokálních podpovrchových nehomogenit v paramagnetických materiálech s vysokou elektrickou vodivostí.

5 Dosavadní stav techniky

Při výrobě i provozu mechanických těles je často nutné podrobně zkoumat, zda není použitý materiál tělesa poškozen. Často zde dochází k mikroskopickým, lidskému oku nepatrným prasklinkám, které mohou snížit jeho životnost, zhoršit účinnost nebo zničit celé zařízení. Zkoumanými předměty jsou často lopatky turbín a rotační části točivých strojů. Pro inspekci povrchů kovových i polovodičových materiálů jsou často používány snímací zařízení se sondami pro buzení vířivých proudů. Indukované proudy mají obecně poměrně malou energii, a proto se v současnosti technika omezuje na zásadní ovlivnění způsobené trhlinami, úbytkem materiálu a dutinami. Technika je okrajově využívána i pro identifikaci materiálu pro stanovení makroskopické vodivosti. Jinou oblastí je sledování nátěrů a izolačních povlaků případně koroze mezi jednotlivými vrstvami a jejich tloušťky. V každém případě měření je silně závislé na vzájemné vazbě mezi sondou a zkoumaným povrchem. Ve většině případů je detekována právě změna související s vazbou ve smyslu změny tloušťky izolačního nátěru, absenci materiálu při opotřebení anebo při existenci praskliny nebo dutiny. Aby bylo dosaženo dostatečné citlivosti a byla co nejvíce minimalizována nejistota měření, jsou používány relativně rozměrné sondy často v kombinaci s budící a snímací sekcí. Jejich plocha a způsob detekce vede k necitlivosti na homogenity s podstatně menšími rozměry, jaké jsou subtilní oxidové nečistoty, kontaminace vměstky a krystalické clustery nebo změny v mikrostruktuře související se smršťováním kovů při krystalizaci. Další aspekt, který je zapotřebí řešit je fázová odchylka odezvy od nehomogenit nacházejících se hlouběji v materiálu a vytvářející falešný obraz o rozloze defektu případně zavádějící signálové pozadí snižující citlivost.

Vzhledem k aspektům jak byly uvedeny dříve, existuje potřeba takového zařízení, které umožní velmi citlivé měření lokálních podpovrchových nehomogenit založené na vyvažování impedančního můstku s několika nelineárními prvky a fázovými články, které současná zařízení neobsahují. Neumožňují tedy přímo potlačit vliv vazebních nedokonalostí, rozměrných defektů a hlubkových odchylek nehomogenit.

Tento problém se ač nedokonale snaží řešit níže uvedená zařízení, které však nedokáže citlivě měřit mikroskopické nehomogenity, jako jsou oxidové nečistoty, kontaminace vměstky, krystalické clustery nebo změny v mikrostruktuře související se smršťováním kovů při krystalizaci, a jejich použití pro takové účely je tedy nevhodné.

35 Spis US 4,864,236 A představuje drátový detektor nehomogenity, tvořený permanentním magnetem ve tvaru písmene „C“ s dvěma navinutými vinutími, mezi které je vložen zkoumaný elektricky vodivý vodič. Systém pracuje na zaznamenávání změny vířivých proudů, které vyvolávají nehomogenity ve vodiči, a zjišťuje tak nerovnoměrné rozložení mědi ve vodiči. Předkládané řešení tedy tento spis nepopisuje.

40 Spis NL 85 002 37 A představuje nehomogenní detektor pro testování magnetických materiálů, zejména ocelových plátů. Jde o kombinaci zdroje toku a detektoru pohybujícího se podél povrchu zkoumaného materiálu. Zařízení je tvořeno dvěma magnety oddělenými ocelovým dílcem. Vnější konce magnetů jsou opatřeny pólovými patkami, které vedou magnetický tok do jejich spodních rovných částí. Mezi ocelovými dílci a spojovacím prvkem je umístěn detektor, kterým může být i cívka. Tok je veden mezi pólovými dílci přes dopravník, který drží zařízení pohromadě, a dále přes testovaný materiál. Vzhledem k tomu, že je text přihlášky napsaný holandsky, nejsme schopni jeho bližší analýzy. Zdá se však, že je zaměřen na provedení detekčního zařízení a nikoli na princip jeho funkce.

- Spis US 6,781,370 B1 představuje testovací zařízení určené k detekci a zjišťování nehomogenit materiálů. Představené řešení sestává z nosiče zkoumaného vzorku, zařízení pro regulaci teploty ve vzorku, pohonu propojeného s nosičem pro účely změny pozice vzorku a alespoň z jednoho měřicího senzoru pro bezkontaktní měření magnetického pole nad vzorkem. Po podrobnějším seznámení se se spisem je možno říci, že jde o provádění měření na základě termoelektrického efektu, na kterém však předkládané řešení nepracuje. Řešení je tedy odlišné.

Spis DE 3530525 A1 představuje nedestruktivní metodu testování nehomogenit materiálů, spočívající v osazení snímače dalším přijímacím cívkovým zařízením. Toto zařízení může být tvořeno dvěma cívkami nebo přijímací cívkou.

- Hlavní nevýhodou představených řešení je nutné zohlednění přenosu dvojice cívek včetně kompenzace teploty a především snížená citlivost v důsledku oddalování cívek od materiálu. Vliv odchýlení je sice kompenzován jednou z cívek, ale zařízení není schopno reagovat na drobné odchylky vodivosti. Další nevýhodou pak může být větší pracovní rozměr a nemožnost skenování plochy s vysokým prostorovým rozlišením.
- Cílem technického řešení je představit takový indikátor lokálních podpovrchových nehomogenit, který by umožnil měření i velmi malých materiálových nehomogenit.

Podstata technického řešení

- Výše zmíněné nedostatky odstraňuje do značné míry nedestruktivní indikátor lokálních podpovrchových nehomogenit obsahující spektrálně čistý zdroj, řízení buzení sondy, sondu, laděný přístrojový zesilovač a vyhodnocovací jednotku, kde výstup spektrálně čistého zdroje je propojen se vstupem řízení buzení sondy, první výstup řízení buzení sondy je propojen se vstupem sondy, druhý výstup řízení buzení sondy je propojen se vstupem laděného přístrojového zesilovače a s výstupem sondy, a první výstup laděného přístrojového zesilovače je propojen se vstupem vyhodnocovací jednotky, jehož podstata spočívá v tom, že dále obsahuje obvod automatického vyvážení, referenční indukčnost, obvod pro kompenzaci přiblížení sondy a vlivu defektu, a obvod pro vyvažování můstku, kde výstup spektrálně čistého zdroje je dále propojen se vstupem referenční indukčnosti, výstup referenční indukčnosti je propojen se vstupem obvodu pro kompenzaci přiblížení sondy a vlivu defektu a druhým výstupem laděného přístrojového zesilovače, druhý výstup řízení buzení sondy je dále propojen se vstupem obvodu pro vyvažování můstku, obvod automatického vyvážení je umístěn mezi laděný přístrojový zesilovač a vyhodnocovací jednotku, kde první výstup laděného přístrojového zesilovače je připojen ke vstupu obvodu automatického vyvážení, a druhý výstup obvodu automatického vyvážení je propojen se vstupem vyhodnocovací jednotky, první výstup obvodu automatického vyvážení je propojen s prvním výstupem obvodu pro kompenzaci přiblížení sondy a vlivu defektu, třetí výstup obvodu automatického vyvážení je propojen s prvním výstupem obvodu pro vyvažování můstku, a druhý výstup obvodu pro kompenzaci přiblížení sondy a vlivu defektu je propojen s druhým výstupem obvodu pro vyvažování můstku a uzemněn.

- Ve výhodném provedení spektrálně čistý zdroj obsahuje oscilátor pro generování harmonického signálu a soustavu pásmových propustí, přičemž soustava pásmových propustí je svým vstupem propojena s výstupem spektrálně čistého zdroje.

V jiném výhodném provedení je soustavou pásmových propustí pasivní a/nebo aktivní filtr.

- V jiném výhodném provedení řízení buzení sondy obsahuje říditelný zdroj konstantního proudu nebo říditelný regulátor proudu nebo říditelný omezovač proudu, napěťový měřicí člen a logaritmický zesilovač nebo proporcionální zesilovač nebo kompresor dynamického rozsahu, přičemž vstup řízení buzení sondy je vyveden na vstup říditelného zdroje konstantního proudu nebo říditelného regulátoru proudu nebo říditelného omezovače proudu, první výstup říditelného zdroje konstantního proudu nebo říditelného regulátoru proudu nebo říditelného omezovače proudu je vyveden na vstup logaritmického zesilovače nebo proporcionálního zesilovače nebo kompresoru dynamického rozsahu, druhý výstup říditelného zdroje konstantního proudu nebo říditelného regulátoru proudu nebo říditelného omezovače proudu je vyveden na druhý vstup napěťového

měřicího členu a první výstup řízení buzení sondy, výstup logaritmického zesilovače nebo proporcionálního zesilovače nebo kompresoru dynamického rozsahu je vyveden na první vstup napětového měřicího členu, a výstup napětového měřicího členu je vyveden na druhý výstup řízení buzení sondy.

5 V jiném výhodném provedení obvod pro kompenzaci přiblížení sondy a vlivu defektu obsahuje kompenzační laditelný obvod sondy a nelineární člen pro řízení fázové odezvy závislé na velikosti a poloze nehomogenity nebo říditelný náklonový článek nebo zesilovač s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximační zesilovač, přičemž vstup obvodu pro kompenzaci přiblížení sondy a vlivu defektu je vyveden na vstup kompenzačního laditelného obvodu sondy,
10 první vývod kompenzačního laditelného obvodu sondy je vyveden na vstup nelineárního členu pro řízení fázové odezvy závislé na velikosti a poloze nehomogenity nebo říditelného náklonového článku nebo zesilovače s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačního zesilovače, druhý vývod kompenzačního laditelného obvodu sondy je vyveden na druhý výstup obvodu pro kompenzaci přiblížení sondy, a vývod nelineárního členu pro řízení fázové odezvy závislé na
15 velikosti a poloze nehomogenity nebo říditelného náklonového článku nebo zesilovače s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačního zesilovače je vyveden na první výstup obvodu pro kompenzaci přiblížení sondy.

V jiném výhodném provedení obvod pro vyvažování můstku obsahuje kompenzační laditelný obvod fázového posuvu nebo laditelný vše propustný fázovací článek druhého řádu nebo transformátorový fázovací člen nebo aktivní fázovací článek s operačním zesilovačem, a nelineární člen pro úpravu vyvažování můstku nebo říditelným náklonovým článkem nebo zesilovačem s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačním zesilovačem, přičemž vstup obvodu pro vyvažování můstku je vyveden na vstup kompenzačního laditelného obvodu fázového posuvu nebo laditelného vše propustného fázovacího článku druhého řádu nebo transformátorového
20 fázovacího členu nebo aktivního fázovacího článku s operačním zesilovačem, první výstup kompenzačního laditelného obvodu fázového posuvu nebo laditelného vše propustného fázovacího článku druhého řádu nebo transformátorového fázovacího členu nebo aktivního fázovacího článku s operačním zesilovačem je vyveden na vstup nelineárního členu pro úpravu vyvažování můstku nebo říditelného náklonového článku nebo zesilovače s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačního zesilovače, druhý výstup kompenzačního laditelného obvodu fázového
25 posuvu nebo laditelného vše propustného fázovacího článku druhého řádu nebo transformátorového fázovacího členu nebo aktivního fázovacího článku s operačním zesilovačem je vyveden na druhý výstup obvodu pro vyvažování můstku, a výstup nelineárního členu pro úpravu vyvažování můstku nebo říditelného náklonového článku nebo zesilovače s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačního zesilovače je vyveden na první výstup obvodu pro vyvažování můstku.
30

V jiném výhodném provedení laděný přístrojový zesilovač obsahuje přístrojový zesilovač nebo diferenciální zesilovač, a pásmovou propust, přičemž vstup laděného přístrojového zesilovače je vyveden na vstup přístrojového zesilovače nebo diferenciálního zesilovače, první výstup přístrojového zesilovače nebo diferenciálního zesilovače je vyveden na druhý výstup laděného přístrojového zesilovače, druhý výstup přístrojového zesilovače nebo diferenciálního zesilovače je vyveden na vstup pásmové propustě, a výstup pásmové propustě je vyveden na první výstup laděného přístrojového zesilovače.
40

V jiném výhodném provedení obvod automatického vyvážení obsahuje špičkový detektor nebo detektor efektivní hodnoty nebo detektor střední hodnoty nebo detektor maximální hodnoty, a chybový zesilovač s nastavitelnou referencí, přičemž vstup obvodu automatického vyvážení je vyveden na vstup špičkového detektoru nebo detektoru efektivní hodnoty nebo detektoru střední hodnoty nebo detektoru maximální hodnoty, výstup špičkového detektoru nebo detektoru efektivní hodnoty nebo detektoru střední hodnoty nebo detektoru maximální hodnoty je vyveden na vstup obvodu automatického vyvážení, první výstup chybového zesilovače s nastavitelnou referencí je vyveden na první výstup obvodu automatického vyvážení, druhý výstup chybového zesilovače s nastavitelnou referencí je vyveden na druhý výstup obvodu automatického vyvážení, a třetí výstup chybového zesilovače s nastavitelnou referencí je vyveden na třetí výstup obvodu automatického vyvážení.
45
50

V jiném výhodném provedení vyhodnocovací jednotka s interface obsahuje převodník analogového signálu na digitální a řídicí jednotku, přičemž vstup převodníku analogového signálu na digitální je vyveden na vstup vyhodnocovací jednotky s interface, a výstup převodníku analogového signálu na digitální je vyveden na vstup řídicí jednotky.

5 Objasnění výkresu

Technické řešení bude dále přiblíženo pomocí obrázků, kde obr. 1 představuje blokové schéma vnitřního zapojení nedestruktivního indikátoru nehomogenit podle technického řešení a obr. 2 představuje podrobné schéma zapojení nedestruktivního indikátoru nehomogenit podle technického řešení s detailním zobrazením jednotlivých bloků zobrazených na obr. 1.

10 Příklad uskutečnění technického řešení

Obr. 1 představuje blokové schéma vnitřního zapojení nedestruktivního indikátoru nehomogenit podle technického řešení, obsahující spektrálně čistý zdroj A, referenční indukčnost B, sondu D pro buzení vířivých proudů a sledování odezvy zkoumaného materiálu, řízení C buzení sondy D, kompenzační obvod E pro kompenzaci přiblížení sondy D a vlivu defektu, vyvažovací obvod F pro vyvažování můstku, laděný přístrojový zesilovač G, automatický vyvažovací obvod H pro automatické vyvážení a vyhodnocovací jednotka I s interface.

Vlastní zapojení obvodu je následující:

Zdroj A je přes řízení C buzení sondy D propojen s vyvažovacím obvodem E, a přes referenční indukčnost B s kompenzačním obvodem E. Vstupy obou obvodů E a F jsou přivedeny na laděný přístrojový zesilovač G a jejich výstupy jsou vzájemně propojeny a uzemněny. Laděný přístrojový zesilovač G je propojen s automatickým vyvažovacím obvodem H, odkud je vyslán signál do vyhodnocovací jednotky I a řídicí ovládací signály do kompenzačního obvodu E a vyvažovacího obvodu F.

Obr. 2 představuje podrobné schéma zapojení nedestruktivního indikátoru nehomogenit podle technického řešení s detailním zobrazením jednotlivých bloků zobrazených na obr. 1. Těmito bloky jsou:

a) Spektrálně čistý zdroj A obsahující:

- oscilátor 1 generující harmonický signál, kterým může být generátor produkující harmonický signál případně kmitočtová syntéza s dobrou spektrální čistotou a střednědobou kmitočtovou stabilitou,
- soustavu pásmových propustí 2, kterou můžou být pasivní i aktivní filtry např. typu „Sallen Key“. Podmínkou je precizní nízko šumové provedení s nízkým zkreslením.

b) Řízení C buzení sondy D obsahující:

- říditelný zdroj 5 konstantního proudu, jež lze nahradit říditelným regulátorem proudu, případně říditelným omezovačem proudu.
- napěťový měřicí člen 6 umístěný v detekčním rameni impedančního můstku. Lze použít také špičkový detektor „true RMS“ detektor, měřící střední hodnoty střídavého napětí.
- logaritmický zesilovač 9. Může být použit proporcionální zesilovač s velkým dynamickým rozsahem nebo kompresor dynamického rozsahu.

c) Obvody E pro kompenzaci přiblížení sondy D a vlivu defektu obsahující:

- kompenzační laditelný obvod 4 sondy, kterým je v představeném provedení složený „série/paralelní“ impedanční obvod převážně kapacitního charakteru. Ladění je prováděno proporcionálně několika varikapy. Alternativní možností je použití gyrátorů nebo syntetických kapacitorů.

- nelineární člen 15 řídící fázovou odezvu závislou na velikosti a poloze nehomogenity, nebo říditelný náklonový členek, zesilovač s nelineární převodní charakteristikou, či aproximační zesilovač.
- d) Obvody F pro vyvažování můstku obsahující:
 - 5 - kompenzační laditelný obvod 7 fázového posuvu. Lze použít i laditelný vše propustný fázovací členek druhého řádu, transformátorový fázovací člen nebo aktivní fázovací členek s operačním zesilovačem.
 - nelineární člen 14 upravující vyvažování můstku 14, nebo říditelný náklonový členek, zesilovač s nelineární převodní charakteristikou, či aproximační zesilovač.
- 10 e) Laděný přístrojový zesilovač G obsahující:
 - přístrojový zesilovač 10. Může být použit i diferenciální zesilovač.
 - pásmovou propust' 11. Můžou být použity pasivní i aktivní filtry např. typu Sallen Key. Podmínkou je precizní nízko šumové provedení s nízkým zkreslením.
- f) Obvody H automatického vyvážení obsahující:
 - 15 - špičkový detektor 12. Může být použit také detektor efektivní hodnoty, detektor střední hodnoty, detektor maximální hodnoty.
 - chybový zesilovač 13 s nastavitelnou referencí.
- g) Vyhodnocovací jednotka I s interface obsahující:
 - převodník 16 analogového signálu na digitální,
 - 20 - řídící jednotka 17 tj. soustava mikroprocesor – displej - tlačítka nebo dotykový displej, tablet, klávesnice apod., např. standardizované sériové rozhraní „RS232“ používané u osobních počítačů a řady digitálních sond.

Sonda D je konstruována pro absolutní měření a její cívka navinutá na feritovém materiálu zajišťující prostorové směřování magnetického pole. Buzená oblast na ploše vzorku má vzhledem k magnetickému stínění sondy cca 30 mm². Sonda je buzena střídavým regulátorem 5 proudu, který udržuje jeho efektivní hodnotu konstantní s cílem zajištění neměnných pracovních podmínek v obecně nelineárním magnetickém obvodu.

Aby jemné změny tlumení magnetického obvodu nebyly maskovány silnějšími změnami tlumení a ztrátový výkon sondy D teplotně nesnižoval citlivost, je napětovým měřicím členem 6 umístěným na svorkách sondy D logaritmickým zesilovačem 9 regulován nárůst proudu do sondy D. Funkce je aktivní pouze v okamžiku, kdy vyvážení vyžaduje přítomnost velkého napětí na sondě tedy v případě, když je sonda u diagnosticky nevhodného velmi vodivého materiálu.

Sonda D je společně s proudovým zdrojem 5 zapojena do referenčního ramene impedančního můstku. V protilehlém rameni impedančního můstku je používána referenční indukčnost 3 příbuzná vlastností sondy D nacházející se v dostatečné vzdálenosti od zkoumaného materiálu. Impedanční můstek je následně vyvažován dvojicí elektronicky laditelných obvodů 4 a 7 představujících kompenzační kapacitu a fázovací členek. Oba laditelné obvody 4 a 7 jsou laděny napětím a vykazují různé vlastnosti při stejném budícím napětí. Úkolem fázování je odstranění vlivu hloubky nehomogenity pod povrchem a zvýšení citlivosti.

Výstupní veličinou sondy D je diferenciální napětí ve středu impedančního můstku zpracovávané přístrojovým zesilovačem 10. Tato informace v podobě signálu přecházející následně do pásmové propusti 11 čtvrtého řádu odstraňující zkreslení vznikající v nelineárních obvodech. Filtrované a zesílené napětí vztažené vůči signálové zemi je dále zpracováno špičkovým detektorem 12 a dále zesíleno v chybovém zesilovači 13, kde je porovnáváno s referenčním stejnosměrným napětím. Chybová detekce probíhá na úrovni stejnosměrných napětí s relativně dlouhou časovou konstantou. Chybová reference je přitom nastavitelná a umožňuje použít zařízení k binárnímu třídění vzorků vzhledem k měřené kvalitě. Chybový zesilovač 13 je opatřen dvěma

výstupy s různou úrovní chybového signálu, které jsou vedeny do dvou nelineárních členů 14 a 15 s nelineární převodní charakteristikou. Ta je částečně nastavitelná a definuje způsob řízení laditelných obvodů 4 a 7. Můstkový obvod je vyvážen pouze v případě přiblížení sondy D k povrchu zkoumaného materiálu, přičemž dále citlivě sleduje odchylky v rámci zkoumaného povrchu vzorku. Stav vyvážení je přitom dosažen při malém, ale nenulovém napětí na výstupu špičkového detektoru 12. Výstupní napětí úměrné míře lokálních nehomogenit je odebíráno z dalšího výstupu chybového zesilovače 13 a následně je konvertováno pomocí převodníku 16 analogového signálu na digitální s rozlišením dvanácti bitů a data přenesena do řídicí jednotky 17. Ten zajišťuje zobrazení digitalizovaného napětí, komunikaci s uživatelem prostřednictvím sady tlačítek a komunikaci s okolím pomocí sběrnice např. typu „RS-232“.

Jako sonda D může být použita induktivní sonda na feritovém materiálu, na kovovém materiálu, případně vzduchová cívka, tzv. solenoid.

Vzhledem ke statistické analýze, servisním a ladícím účelům a různým způsobům použití v praxi může být způsob sběru dat i odlišný. Lze využít například sběrnice USB, RS-485, Modbus, LAN, GPIB apod.

Referenční indukčnost B simulující reálné vlastnosti sondy D, jež tvoří referenční rameno impedančního můstku. Referenční indukčnost B lze realizovat i pomocí sondy totožné se snímací sondou umístěnou ve stíněném prostředí tak, aby nebyla parazitně ovlivňována. Zde je použit složený impedanční obvod s převážně induktivním charakterem, ohmickými ztrátami a parazitní kapacitou.

Celé zařízení je napájeno z lineárního symetrického izolovaného zdroje 18 napětí. Zdroj 18 je koncipován konvenčně. Důraz byl kladen pouze na izolační bariéru 5 kV tak, aby nebyl ohrožen uživatel nebezpečným síťovým napětím a nevznikla zemní smyčka při připojení komunikačního rozhraní typu „RS-232“ do nadřazeného systému. Zdroj 18 může být nahrazen i spínaným zdrojem s jakostním symetrickým výstupem s nízkou úrovní vlastního šumu.

Podstata nedestruktivního indikátoru podle technického řešení spočívá ve vybuzení vířivých proudů ve zkoumaném materiálu induktivní sondou s harmonicky se měnícím magnetickým indukčním tokem. Vzájemná vazba vzorku a sondy je induktivní a bezkontaktní. Vzorek představuje částečně ztrátové médium a v závislosti na sub-povrchových vlastnostech, ovlivňuje vzájemnou vazbu a energetické ztráty v obvodu se sondou.

Zařízení slouží k přehledovému zmapování lokálních podpovrchových nehomogenit dobře vodivých paramagnetických materiálů. Tloušťka sledované vrstvy je závislá na elektrické vodivosti a u kovů se pohybuje okolo 100 μm . Předpokládané využití je ve strojírenství a metalurgii pro rozřazení vzorků dle jejich kvality bez nutnosti použití nákladných RTG technologií a při výrobní mezioperační kontrole. Vzorky nemusejí být cíleně připravovány a lze je diagnostikovat bezprostředně po odlévání a zchlazení. Primárně jsou sledovány nehomogenity s charakterem subtilních oxidových nečistot, kontaminace vměstky a krystalické clustery nebo změny v mikrostruktuře související se smršťováním kovů při krystalizaci jako jsou mezidendritické dutiny. Naopak zařízení má omezenou citlivost na o poznání větší dutiny, plynové bubliny strusku apod.

Technického řešení je zejména vhodné pro inspekci vlastností odlitků kovových materiálů při mezioperační kontrole případně kontrole před opracováním. Vzhledem k charakteru sondy je možné skenování povrchů a vytváření prostorových map sledující lokální a pseudolokální nehomogenity. Po vhodném nastavení pracovního bodu je zařízení použitelné i pro polovodičové materiály.

Oproti zavedeným principům detekce je vířivý proud buzen lokálně a způsob detekce se vyznačuje zvýšenou citlivostí na malé nehomogenity, jako jsou oxidové nečistoty, kontaminace vměstky, krystalické clustery nebo změny v mikrostruktuře související se smršťováním kovů při krystalizaci – tj. mezidendritické dutiny. Navržený způsob detekce cíleně potlačuje rozměrné defekty, jako jsou praskliny a dutiny, ale také vliv umístění nehomogenity pod povrchem.

V zapojení se využívá několika laditelných nelineárních a fázovacích členů v systému s impedančním můstkem a automatickým vyvažováním chybovým zesilovačem.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Nedestruktivní indikátor lokálních podpovrchových nehomogenit obsahující spektrálně čistý zdroj (A), řízení (C) buzení sondy (D), sondu (D), laděný přístrojový zesilovač (G) a vyhodnocovací jednotku (I), kde
 - výstup (b) spektrálně čistého zdroje (A) je propojen se vstupem (a) řízení (C) buzení sondy (D),
 - první výstup (b1) řízení (C) buzení sondy (D) je propojen se vstupem (a) sondy (D),
 - druhý výstup (b2) řízení (C) buzení sondy (D) je propojen se vstupem (a) laděného přístrojového zesilovače (G) a s výstupem (b) sondy (D), a
 - první výstup (b1) laděného přístrojového zesilovače (G) je propojen se vstupem (a) vyhodnocovací jednotky (I),

vyznačující se tím, že

 - dále obsahuje obvod (H) automatického vyvážení, referenční indukčnost (B), obvod (E) pro kompenzaci přiblížení sondy (D) a vlivu defektu, a obvod (F) pro vyvažování můstku, kde
 - výstup (b) spektrálně čistého zdroje (A) je dále propojen se vstupem (a) referenční indukčnosti (B),
 - výstup (b) referenční indukčnosti (B) je propojen se vstupem (a) obvodu (E) pro kompenzaci přiblížení sondy (D) a vlivu defektu a druhým výstupem (b2) laděného přístrojového zesilovače (G),
 - druhý výstup (b2) řízení (C) buzení sondy (D) je dále propojen se vstupem (a) obvodu (F) pro vyvažování můstku,
 - obvod (H) automatického vyvážení je umístěn mezi laděný přístrojový zesilovač (G) a vyhodnocovací jednotku (I), kde první výstup (b1) laděného přístrojového zesilovače (G) je připojen ke vstupu (a) obvodu (H) automatického vyvážení, a druhý výstup (b2) obvodu (H) automatického vyvážení je propojen se vstupem (a) vyhodnocovací jednotky (I),
 - první výstup (b1) obvodu (H) automatického vyvážení je propojen s prvním výstupem (b1) obvodu (E) pro kompenzaci přiblížení sondy (D) a vlivu defektu,
 - třetí výstup (b3) obvodu (H) automatického vyvážení je propojen s prvním výstupem (b1) obvodu (F) pro vyvažování můstku, a
 - druhý výstup (b2) obvodu (E) pro kompenzaci přiblížení sondy (D) a vlivu defektu je propojen s druhým výstupem (b2) obvodu (F) pro vyvažování můstku a uzemněn.
2. Nedestruktivní indikátor podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** spektrálně čistý zdroj (A) obsahuje oscilátor (1) pro generování harmonického signálu a soustavu pásmových propustí (2), přičemž
 - výstup (b) oscilátoru (1) pro generování harmonického signálu je vyveden na vstup (a) soustavy pásmových propustí (2),
 - výstup (b) soustavy pásmových propustí (2) je vyveden na výstup (b) spektrálně čistého zdroje (A).
3. Nedestruktivní indikátor podle nároku 2, **vyznačující se tím, že** soustavou pásmových propustí (2) je pasivní a/nebo aktivní filtr.

4. Nedestruktivní indikátor podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že řízení (C) buzení sondy (D) obsahuje řiditelný zdroj (5) konstantního proudu nebo řiditelný regulátor proudu nebo řiditelný omezovač proudu, napětový měřicí člen (6) a logaritmický zesilovač (9) nebo proporcionální zesilovač nebo kompresor dynamického rozsahu, přičemž

- 5 - vstup (a) řízení (C) buzení sondy (D) je vyveden na vstup (a) řiditelného zdroje (5) konstantního proudu nebo řiditelného regulátoru proudu nebo řiditelného omezovače proudu,
- první výstup (b1) řiditelného zdroje (5) konstantního proudu nebo řiditelného regulátoru proudu nebo řiditelného omezovače proudu je vyveden na vstup (a) logaritmického zesilovače (9) nebo proporcionálního zesilovače nebo kompresoru dynamického rozsahu,
- 10 - druhý výstup (b2) řiditelného zdroje (5) konstantního proudu nebo řiditelného regulátoru proudu nebo řiditelného omezovače proudu je vyveden na druhý vstup (a2) napětového měřicího členu (6) a první výstup (b1) řízení (C) buzení sondy (D),
- výstup (b) logaritmického zesilovače (9) nebo proporcionálního zesilovače nebo kompresoru dynamického rozsahu je vyveden na první vstup (a1) napětového měřicího členu (6), a
- 15 - výstup (b) napětového měřicího členu (6) je vyveden na druhý výstup (b2) řízení (C) buzení sondy (D).

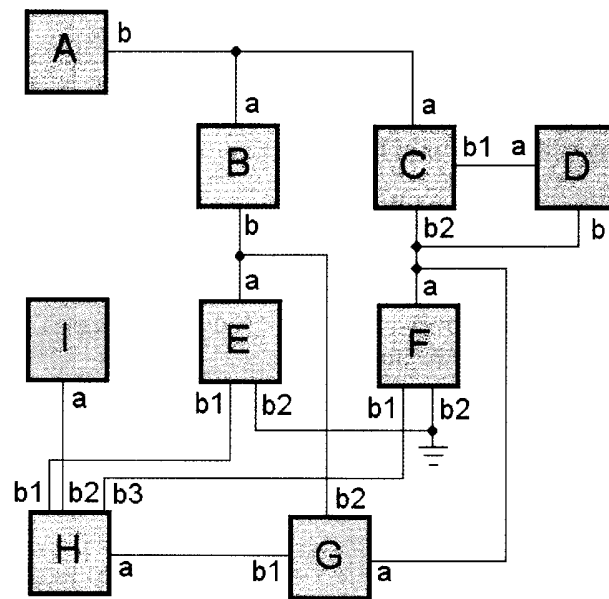
5. Nedestruktivní indikátor podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obvod (E) pro kompenzaci přiblížení sondy (D) a vlivu defektu obsahuje kompenzační laditelný obvod (4) sondy (D) a nelineární člen (15) pro řízení fázové odezvy závislé na velikosti a poloze nehomogenity nebo řiditelný náklonový článek nebo zesilovač s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximační zesilovač, přičemž

- vstup (a) obvodu (E) pro kompenzaci přiblížení sondy (D) a vlivu defektu je vyveden na vstup (a) kompenzačního laditelného obvodu (4) sondy (D),
- první vývod (b1) kompenzačního laditelného obvodu (4) sondy (D) je vyveden na vstup (a) nelineárního členu (15) pro řízení fázové odezvy závislé na velikosti a poloze nehomogenity nebo řiditelného náklonového článku nebo zesilovače s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačního zesilovače,
- 25 - druhý vývod (b2) kompenzačního laditelného obvodu (4) sondy (D) je vyveden na druhý výstup (b2) obvodu (E) pro kompenzaci přiblížení sondy (D), a
- 30 - vývod (b) nelineárního členu (15) pro řízení fázové odezvy závislé na velikosti a poloze nehomogenity nebo řiditelného náklonového článku nebo zesilovače s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačního zesilovače je vyveden na první výstup (b1) obvodu (E) pro kompenzaci přiblížení sondy (D).

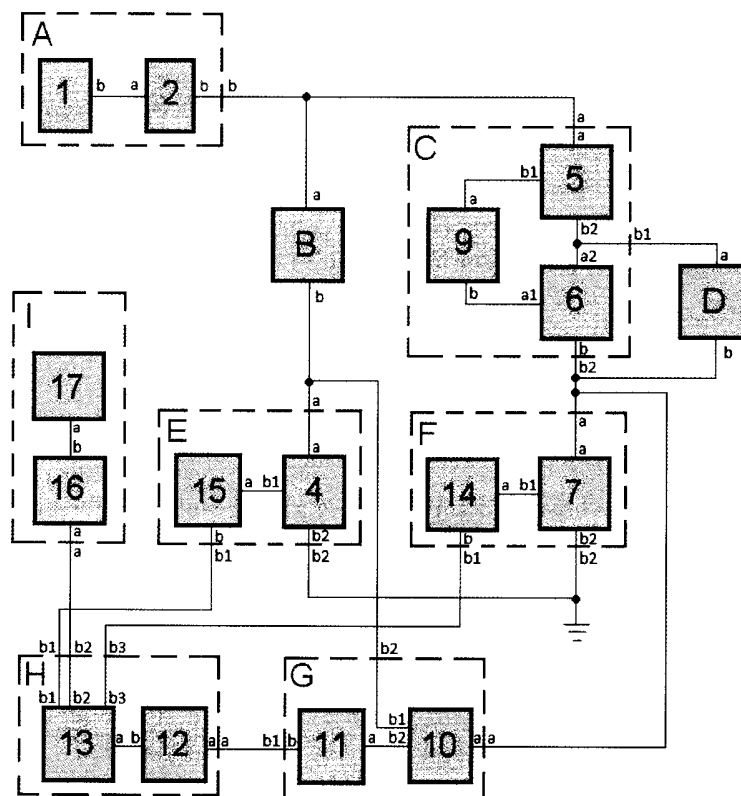
6. Nedestruktivní indikátor podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obvod (F) pro vyvažování můstku obsahuje kompenzační laditelný obvod (7) fázového posuvu nebo laditelný vše propustný fázovací článek druhého řádu nebo transformátorový fázovací člen nebo aktivní fázovací článek s operačním zesilovačem, a nelineární člen (14) pro úpravu vyvažování můstku nebo řiditelným náklonovým článkem nebo zesilovačem s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačním zesilovačem, přičemž

- 35 - vstup (a) obvodu (F) pro vyvažování můstku je vyveden na vstup (a) kompenzačního laditelného obvodu (7) fázového posuvu nebo laditelného vše propustného fázovacího článku druhého řádu nebo transformátorového fázovacího členu nebo aktivního fázovacího článku s operačním zesilovačem,
- první výstup (b1) kompenzačního laditelného obvodu (7) fázového posuvu nebo laditelného vše propustného fázovacího článku druhého řádu nebo transformátorového fázovacího členu nebo aktivního fázovacího článku s operačním zesilovačem je vyveden na vstup (a) nelineárního členu (14) pro úpravu vyvažování můstku nebo řiditelného náklonového článku nebo zesilovače s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačního zesilovače,
- 45

- druhý výstup (b2) kompenzačního laditelného obvodu (7) fázového posuvu nebo laditelného vše propustného fázovacího článku druhého řádu nebo transformátorového fázovacího členu nebo aktivního fázovacího článku s operačním zesilovačem je vyveden na druhý výstup (b2) obvodu (F) pro vyvažování můstku, a
 - 5 - výstup (b) nelineárního členu (14) pro úpravu vyvažování můstku nebo říditelného náklonového článku nebo zesilovače s nelineární převodní charakteristikou nebo aproximačního zesilovače je vyveden na první výstup (b1) obvodu (F) pro vyvažování můstku.
7. Nedestruktivní indikátor podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že laděný přístrojový zesilovač (G) obsahuje přístrojový zesilovač (10) nebo diferenciální zesilovač, a pásmovou propust' (11), přičemž
- 10 - vstup (a) laděného přístrojového zesilovače (G) je vyveden na vstup (a) přístrojového zesilovače (10) nebo diferenciálního zesilovače,
 - první výstup (b1) přístrojového zesilovače (10) nebo diferenciálního zesilovače je vyveden na druhý výstup (b2) laděného přístrojového zesilovače (G),
 - 15 - druhý výstup (b2) přístrojového zesilovače (10) nebo diferenciálního zesilovače je vyveden na vstup (a) pásmové propustě (11), a
 - výstup (b) pásmové propustě (11) je vyvedena na první výstup (b1) laděného přístrojového zesilovače (G).
8. Nedestruktivní indikátor podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obvod (H) automatického vyvážení obsahuje špičkový detektor (12) nebo detektor efektivní hodnoty nebo detektor střední hodnoty nebo detektor maximální hodnoty, a chybový zesilovač (13) s nastavitelnou referencí, přičemž
- 20 - vstup (a) obvodu (H) automatického vyvážení je vyveden na vstup (a) špičkového detektoru (12) nebo detektoru efektivní hodnoty nebo detektoru střední hodnoty nebo detektoru maximální hodnoty,
 - 25 - výstup (b) špičkového detektoru (12) nebo detektoru efektivní hodnoty nebo detektoru střední hodnoty nebo detektoru maximální hodnoty je vyveden na vstup (a) obvodu (H) automatického vyvážení,
 - první výstup (b1) chybového zesilovače (13) s nastavitelnou referencí je vyveden na první výstup (b1) obvodu (H) automatického vyvážení,
 - 30 - druhý výstup (b2) chybového zesilovače (13) s nastavitelnou referencí je vyveden na druhý výstup (b2) obvodu (H) automatického vyvážení, a
 - třetí výstup (b3) chybového zesilovače (13) s nastavitelnou referencí je vyveden na třetí výstup (b3) obvodu (H) automatického vyvážení.
9. Nedestruktivní indikátor podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vyhodnocovací jednotka (I) s interface obsahuje převodník (16) analogového signálu na digitální a řídicí jednotku (17), přičemž
- 35 - vstup (a) převodníku (16) analogového signálu na digitální je vyveden na vstup (a) vyhodnocovací jednotky (I) s interface, a
 - 40 - výstup (b) převodníku (16) analogového signálu na digitální je vyveden na vstup (a) řídicí jednotky (17).



Obr. 1



Obr. 2

Konec dokumentu