

# UŽITNÝ VZOR

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2007 - 18662**

(22) Přihlášeno: **23.03.2007**

(47) Zapsáno: **09.05.2007**

(11) Číslo dokumentu:

## 17518

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**G01R 1/067** (2006.01)

**G01R 1/16** (2006.01)

(73) Majitel:

České vysoké učení technické v Praze Fakulta elektrotechnická, Praha, CZ

(72) Původce:

Ripka Pavel Prof. Ing. CSc., Praha, CZ

Butta Mattia Ing., Galbiate, IT

(74) Zástupce:

Ing. Hana Dušková, patentový zástupce, Travná 1285, Praha 14 - Kyje, 19800

(54) Název užitého vzoru:

**Feromagnetická sonda**

**CZ 17518 U1**

## Feromagnetická sonda

### Oblast techniky

Předkládané řešení se týká feromagnetické sondy určené k přesnému měření slabých magnetických polí.

### 5 Dosavadní stav techniky

Feromagnetické sondy se používají pro měření slabých magnetických polí v geofyzice, lékařské diagnostice, navigaci a pro bezkontaktní měření elektrických proudů. Významné je i jejich vojenské použití - např. při hledání nevybuchlé munice a bomb, detekci vozidel a navádění střel. Nejčastěji se používají feromagnetické sondy s rovnoběžným směrem magnetických polí. Sondy tohoto typu mají nejčastěji toroidní jádro, méně jsou používána oválná jádra nebo jádra ve tvaru drátu. Tyto sondy mají zpravidla dvě cívky: budicí a snímací.

Hlavními nevýhodami dosavadních feromagnetických sond s rovnoběžným směrem magnetických polí jsou velká spotřeba, velké rozměry a vysoká cena.

Dále jsou známy feromagnetické sondy s kolmými magnetickými poli. Výhodou těchto sond je, že mohou být buzeny střídavým proudem, který protéká feromagnetickým jádrem. Jádro těchto sond je nejčastěji ve tvaru drátu, trubičky nebo tenké vrstvy. I tyto sondy však musí mít snímací cívku.

Nutnost použít alespoň jednu cívku je jednou ze zásadních nevýhod feromagnetických sond. Miniaturizace takové cívky je totiž velmi obtížná a u miniaturních feromagnetických sond se z toho důvodu nedosahuje požadovaných parametrů.

### Podstata technického řešení

Shora uvedené nedostatky známých feromagnetických sond odstraňuje feromagnetická sonda s feromagnetickým jádrem, opatřeným elektricky vodivým prvním a druhým vstupním proudovým kontaktem, tedy budicími kontakty, podle předkládaného řešení. Jeho podstatou je, že přímo toto feromagnetické jádro je opatřeno elektricky vodivým prvním a druhým výstupním napěťovým kontaktem.

V jednom možném provedení je první výstupní napěťový kontakt sloučen s prvním vstupním proudovým kontaktem a druhý výstupní napěťový kontakt je sloučen s druhým vstupním proudovým kontaktem.

30 Feromagnetické jádro zvláště vhodné pro tento typ senzoru je například feromagnetické jádro se šroubovicovou anizotropií. Tuto anizotropii lze vytvořit různým způsobem, např. žíháním pod torzním mechanickým napětím.

Výhodným uspořádáním je feromagnetické jádro ve tvaru tenké magnetické vrstvy na elektricky vodivém drátu.

35 Je tedy vytvořena feromagnetická sonda bez cívek, jejíž jádro z feromagnetického materiálu je přímo opatřeno dvěma elektricky vodivými výstupními napěťovými kontakty. Toto feromagnetické jádro je magnetováno průchodem střídavého budicího elektrického proudu a výstupem feromagnetické sondy je napětí na feromagnetickém jádru, nejčastěji druhá harmonická tohoto napětí.

40 Výhodou tohoto uspořádání je, že senzor neobsahuje žádnou cívku. Tato konstrukce tedy umožňuje snadnou miniaturizaci a integraci senzoru.

### Přehled obrázků na výkrese

Příklad provedení fluxgate senzoru bez cívek podle předkládaného technického řešení je schematicky naznačen na přiloženém výkrese. Na obr. 1 je uvedeno provedení se dvěma elektricky vodivými vstupními proudovými kontakty a se dvěma elektricky vodivými výstupními napěťovými kontakty a na obr. 2 je příklad, kdy jsou vstupní proudové a výstupní napěťové kontakty sloučeny. Senzor má feromagnetické jádro 1, kterým protéká střídavý proud I. Výstupem je nejčastěji druhá harmonická výstupního napětí U.

### Příklady provedení technického řešení

Feromagnetické jádro 1 feromagnetické sondy podle příkladu uvedeného na obr. 1 má tvar drátu, který je opatřen na jednom svém konci elektricky vodivým prvním vstupním proudovým kontaktem 2 a na druhém konci elektricky vodivým druhým vstupním proudovým kontaktem 3, což jsou budicí kontakty. Kromě toho jsou na feromagnetickém jádru 1 vytvořeny ještě další dva elektricky vodivé kontakty, a to první výstupní napěťový kontakt 4 a druhý výstupní napěťový kontakt 5. Obdobné je provedení na obr. 2, avšak s tím rozdílem, že zde je první vstupní proudový kontakt 2 sloučen s prvním výstupním napěťovým kontaktem 4, což je na obr. 2 označeno vztahovým číslem 2, 4 a analogicky je druhý vstupní proudový kontakt 3 sloučen s druhým výstupním napěťovým kontaktem 5, čemuž na obr. 2 odpovídá vztahová značka 3, 5. Výhodou uspořádání na Obr. 1 je, že při použití oddělených proudových a napěťových kontaktů se potlačí vliv přechodového odporu kontaktů. Jsou-li kontakty sloučeny, pak se úbytek napětí na tomto (často nestabilním) přechodovém odporu přenáší na výstup senzoru. Vliv nestability tohoto přechodového odporu na parametry senzoru může být pro mnohé aplikace zanedbatelný. V takovém případě může být provedení se dvěma kontakty dle Obr. 2 konstrukčně výhodnější.

Drátem tvořícím feromagnetické jádro 1 probíhá střídavý elektrický proud I, který feromagnetické jádro 1 magnetuje v cirkumferenciálním směru až do jeho saturace. Pro správnou funkci senzoru je třeba správnou konstrukcí budicích obvodů zajistit, aby tento proud obsahoval jen liché harmonické základní budicí frekvence f. Na feromagnetickém jádru 1 se objeví úbytek napětí U, způsobený jeho elektrickou impedancí. Při nulovém vnějším magnetickém poli má toto napětí jen liché harmonické složky základní budicí frekvence f.

Je-li feromagnetická sonda vystavena působení axiálního stejnosměrného měřeného magnetického pole B, objeví se v napětí U sudé harmonické složky, zejména druhá harmonická. Amplituda těchto sudých harmonických je úměrná velikosti pole B.

Tato závislost se projeví například tehdy, když feromagnetické jádro 1 má šroubovicovou anizotropii. Šroubovicové anizotropie se může dosáhnout různým způsobem. Možným způsobem je např. žíhání feromagnetického jádra 1 pod torzním mechanickým napětím, žíhání v magnetickém poli nebo aplikace mechanického napětí či magnetického pole přímo v procesu výroby jádra.

Feromagnetické jádro 1 může být s výhodou ve tvaru tenké magnetické vrstvy na elektricky vodivém nemagnetickém drátu. Budicí proud pak prochází úplně nebo převážně vodivým nemagnetickým drátem a magnetická vrstva na povrchu je pak rovnoměrně magnetována, což má za následek zvýšení linearity a omezení remanence (tzv. Perming efektu).

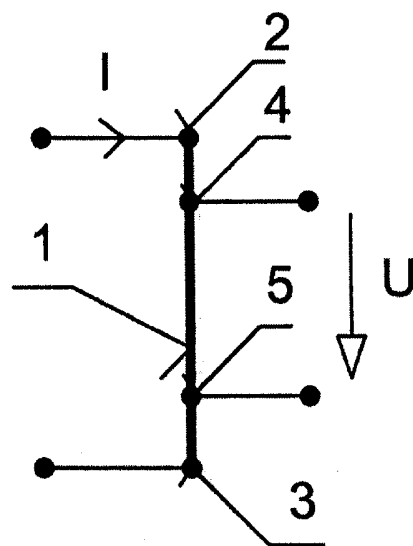
### Průmyslová využitelnost

Feromagnetickou sondu bez cívek podle předkládaného řešení lze použít například k měření slabých magnetických polí při navigaci, určování polohy feromagnetických předmětů nebo pro bezkontaktní měření elektrických proudů.

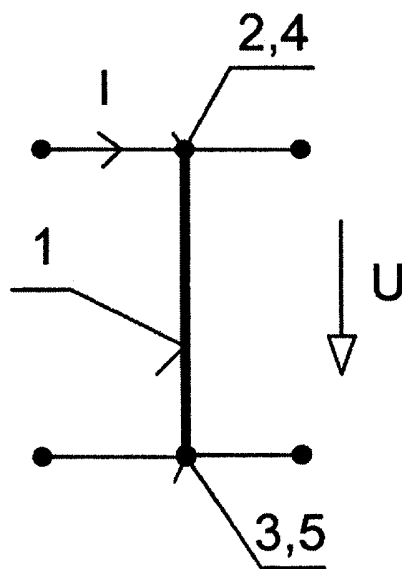
## N Á R O K Y    N A    O C H R A N U

1. Feromagnetická sonda s feromagnetickým jádrem (1), opatřeným elektricky vodivým prvním a druhým vstupním proudovým kontaktem (2 a 3), **vyznačující se tím**, že přímo toto feromagnetické jádro (1) je opatřeno elektricky vodivým prvním výstupním napěťovým kontaktem (4) a elektricky vodivým druhým výstupním napěťovým kontaktem (5).
2. Feromagnetická sonda podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že první výstupní napěťový kontakt (4) je sloučen s prvním vstupním proudovým kontaktem (2) a druhý výstupní napěťový kontakt (5) je sloučen s druhým vstupním proudovým kontaktem (3).
3. Feromagnetická sonda podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že feromagnetické jádro (1) je feromagnetické jádro se šroubovicovou anizotropií.
4. Feromagnetická sonda podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že feromagnetické jádro (1) je jádro žíhané pod torzním mechanickým napětím.
5. Feromagnetická sonda podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že feromagnetické jádro (1) je ve tvaru tenké magnetické vrstvy na elektricky vodivém drátu.

1 výkres



Obr. 1



Obr. 2

Konec dokumentu