

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 307 498

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*G01V 3/10* (2006.01)

*G01N 27/72* (2006.01)

*G01R 33/00* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-33**  
(22) Přihlášeno: **23.01.2018**  
(40) Zveřejněno: **17.10.2018**  
**(Věstník č. 42/2018)**  
(47) Uděleno: **05.09.2018**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **17.10.2018**  
**(Věstník č. 42/2018)**

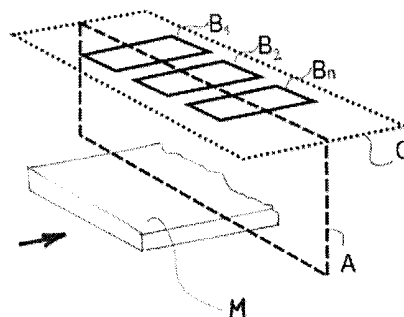
(56) Relevantní dokumenty:

WO 2017042968 A1; US 2009021251 A1; JP S564083 A; GB 2499239 A; EP 2433159 A1; EP 2629121 A1; US 2013049745 A1.

(73) Majitel patentu:  
Konštrukta-TireTech, 911 01 Trenčín, SK

(72) Původce:  
Ing. Vladimír Holcman, Ph.D., Brno, CZ  
Ing. Robert Macků, Ph.D., Brno, CZ  
Ing. Pavel Škarvada, Ph.D., Brno, CZ  
Ing. Štefan Kišac, Trenčín, SK  
Ing. Ján Dugáček, Trenčianske Teplice, SK

(74) Zástupce:  
Rott, Růžička & Guttman  
Patentové, známkové a advokátní kanceláře, Ing.  
Jiří Andera, Vinohradská 37/938, 120 00 Praha 2



(54) Název vynálezu:  
**Detektor a lokalizátor feromagnetických inkluzí v kontinuálně procházejícím mediu**

(57) Anotace:  
Detektor a lokalizátor feromagnetických inkluzí v kontinuálně procházejícím mediu (M) zahrnuje primární budící cívku (A), skrz kterou prochází medium (M), a dále zahrnující alespoň dvě snímací cívky ( $B_1$  až  $B_n$ ), které jsou uspořádány v rovině kolmé k rovině primární budící cívky (A). Všechny snímací cívky ( $B_1$  až  $B_n$ ) jsou vinuty v libovolném smyslu. V rovině snímacích cívek ( $B_1$  až  $B_n$ ) je uspořádána alespoň jedna sekundární budící cívka (C).

CZ 307498 B6

## Detektor a lokalizátor feromagnetických inkluzí v kontinuálně procházejícím mediu

### Oblast techniky

Vynález se týká detektoru a lokalizátoru feromagnetických inkluzí v kontinuálně procházejícím mediu, zahrnující primární budicí cívku, skrz kterou medium prochází a dále zahrnuje alespoň dvě snímací cívky.

### Dosavadní stav techniky

Systém liniové detekce kovových či nekovových částic je známý a využívá elektromagnetických polí k detekci částic v prostoru (v jedné linii). V rámci těchto systémů je důležité uvažovat citlivost a velikost detekční oblasti. Pro systémy umožňující lokalizaci je nutné definovat navíc maximální detekční vzdálenost a přesnost lokalizace. Tyto parametry jsou úzce svázány a nelze je posuzovat nezávisle. Přenosné lokátory a systémy pro lokalizaci kovových předmětů, spadajících do jiné aplikační oblasti, jsou založeny na posuvu detekční soustavy do místa s charakteristickou odezvou systému. Díky vlastním rozměrům, detekčním parametrům a nutností pohybu v detekčním prostoru nejsou vhodné ke kontinuální detekci např. na pásových dopravnících.

Z evropského patentu EP 2 433 159 je znám systém na lokalizaci kovových objektů, zejména detektor kovů provozovaný v PI-módu, s několika vysílacími cívkami a nejméně jednou přijímací cívkou, které jsou spolu spojené indukčně a pro potlačení vzájemného působení jsou uspořádány tak, že se částečně překrývají, přičemž je dosažitelný bod optimálního vyrušení vzájemného působení. Systém dále zahrnuje snímačovou elektroniku pro proudové napájení vysílacích cívek a pro vyhodnocení přijímaného signálu přijímací cívky. Vysílací cívky alespoň částečně překrývají nejméně jednu přijímací cívku. Vysílací cívky při stejném proudovém napájení působí na tuto nejméně jednu přijímací cívku, přičemž vzniká lokální bod optimálního vyrušení. Při proudovém napájení první vysílací cívky se bod optimálního vyrušení pohybuje do prvního směru, zatímco při proudovém napájení další vysílací cívky se bod optimálního vyrušení pohybuje do druhého směru. Regulační zapojení pro regulaci proudů k částem vysílací cívky vede k pohybu lokálního bodu optimálního vyrušení, které způsobí vyrušení přijímacího signálu.

Detektory kovu pro výrobní linky se většinou sestávají z minimálně jedné budicí a nejméně jedné primární snímací a nejméně jedné sekundární snímací cívky. Snímací cívky jsou vinuty opačným směrem, a tudíž se jejich příspěvek nuluje, pokud se uvnitř detekční oblasti nenachází kovová částice. Například z evropského patentu EP 2 629 121 je znám detektor kovu, zahrnující kovový uzavřený prostor se vstupním otvorem a výstupním otvorem, jehož plochy příčného průřezu se liší od sebe navzájem co do velikosti. Dále zahrnuje uvnitř uzavřeného prostoru cívkový systém hraničící s detekční zónou, která se rozprostírá mezi vstupním otvorem a výstupním otvorem a skrz kterou se mohou kontrolované předměty pohybovat podél trasy pohybu tak, že vstupují do detektoru kovu skrz vstupní otvor a opouštějí detektor kovu skrz výstupní otvor. Detekční zóna má profil příčného průřezu, který se mění podél trasy pohybu. Systém cívek zahrnuje nejméně jednu vysílací cívku a nejméně jednu první a nejméně jednu druhou přijímací cívku. Cívky se vzájemně liší co do velikosti, přičemž nejméně jedna vysílací cívka, když je napájena energií střídavým elektrickým proudem, generuje primární elektromagnetické pole, které zase indukuje první napětí v nejméně jedné první přijímací cívce a druhé napětí v nejméně jedné druhé přijímací cívce. Nejméně jedna první přijímací cívka a nejméně jedna druhá přijímací cívka jsou umístěny relativně k nejméně jedné vysílací cívce v nestejně vzdálenosti, takže první napětí a druhé napětí se navzájem ruší, pokud není přítomen kov v kontrolovaných předmětech.

Pásový dopravník prostupuje těmito cívkami, takže takovéto uspořádání není vhodné pro účely lokalizace. K omezení vlivu okolních kovových předmětů a rušení se celé zařízení umísťuje do

kovové stínící komory. V jiných uspořádáních se využívá vázaný rezonanční obvod tvořený budicí a snímací cívkou, avšak ani tato uspořádání nejsou pro účely lokalizace vhodná (viz např. US 8841903 B2).

5

### Podstata vynálezu

Nevýhody stavu techniky odstraňuje detektor a lokalizátor feromagnetických inkluzí v kontinuálně procházejícím mediu, zahrnující primární budicí cívku, skrz kterou medium prochází a dále zahrnující alespoň dvě snímací cívky, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že snímací cívky jsou uspořádány v rovině kolmé k rovině primární budicí cívky. Všechny snímací cívky jsou vinuty v libovolném smyslu. V rovině snímacích cívek je uspořádána alespoň jedna sekundární budicí cívka.

15 Detektor a lokalizátor feromagnetických inkluzí podle vynálezu je schopen odhalit feromagnetické inkluze v kontinuálně procházejícím mediu z magneticky transparentních materiálů daleko přesněji než známá zařízení.

20 Podle výhodného provedení mohou být další snímací cívky uspořádány po celém obvodu primární budicí cívky.

25 Detektor podle vynálezu může být připojen na jakékoliv známé vyhodnocovací zapojení. Podle výhodného provedení jsou snímací cívky přes první zesilovače, pásmové propusti a obvody signálového zpracování připojeny k řídicí jednotce. Řídicí jednotka je dále přes první generátor harmonického průběhu a druhý zesilovač připojena k primární budicí cívce. Řídicí jednotka je též přes druhý generátor harmonického průběhu a zesilovač nf signálu připojena k sekundární budicí cívce.

### 30 Objasnění výkresů

Na obr. 1 je zobrazen pohled na uspořádání cívek detektoru a lokalizátoru podle vynálezu. Na obr. 2 je blokové schéma detektoru a lokalizátoru podle vynálezu.

35

### Příklady uskutečnění vynálezu

40 Příklad provedení detektoru a lokalizátoru feromagnetických inkluzí v kontinuálně procházejícím mediu M podle obr. 1 a 2 zahrnuje primární budicí cívku A, skrz kterou medium M prochází a dále zahrnuje několik snímacích cívek B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub>, které jsou uspořádány v rovině kolmé k rovině primární budicí cívky A. Všechny snímací cívky B<sub>1</sub>, B<sub>n</sub> jsou vinuty v libovolném smyslu. Schopnost lokalizace feromagnetických inkluzí v kontinuálně procházejícím mediu M je úměrná počtu snímacích cívek B<sub>1</sub>, B<sub>n</sub>. Snímací cívky B<sub>1</sub>, B<sub>n</sub> mohou být mechanicky nebo jinými způsoby nastaveny tak, aby byl signál na jejich výstupu minimalizován.

45

V rovině snímacích cívek B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub> je uspořádána alespoň jedna sekundární budicí cívka C, která slouží k vytvoření záznamu, ale také ke kalibraci. Zpracováním výstupních amplitudově-fázových signálů jednotlivých cívek B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub> lze získat informaci o přítomnosti (detekce) a pozici (lokalizace) feromagnetické částice/částic.

50

Podle neznázorněného provedení mohou být další snímací cívky B<sub>n</sub> uspořádány po celém obvodu primární budicí cívky A.

55

Primární budicí cívka A je víceřadé/sloupkové vinutí realizované válcovým nebo pásovým vodičem schopným přenést hodnoty elektrického proudu v řádech jednotek až desítek ampér.

Snímací cívky  $B_1$  až  $B_n$  jsou snímací elementy, které jsou pohyblivé ve směru kolmém k primární budicí cívce  $A$  a jsou realizované geometricky pravidelnou skladbou válcových nebo pásových vodičů.

5

Sekundární budicí cívka  $C$  je geometricky pravidelnou skladbou válcových nebo pásových vodičů.

Snímací cívky  $B_1$  až  $B_n$  jsou přes první zesilovače  $4_1$  až  $4_n$ , pásmové propusti  $5_1$  až  $5_n$  a obvody  $6_1$  až  $6_n$  signálového zpracování připojeny k řídicí, vyhodnocovací a zobrazovací jednotce  $1$ , dále označované zkráceně jako řídicí jednotka  $1$ .

10

Řídicí jednotku  $1$  tvoří uživatelské rozhraní s výpočetní jednotkou, kterou může být počítač, mikrokontrolér, signálový procesor s displejem a ovládacími prvky, případně dotykovým displejem. Uživatelské rozhraní také poskytuje běžná komunikační rozhraní používaná u osobních počítačů a průmyslových systémů.

15

První zesilovače  $4_1$  až  $4_n$  jsou přístrojové, nebo diferenciální, případně signálové předzesilovače, kdy podmínkou je precizní nízkošumové provedení s nízkým zkreslením a na pracovním kmitočtu laděným vstupním obvodem.

20

Každou pásmovou propust  $5_1$  až  $5_n$  může tvořit soustava pásmových propustí, která může být pasivním i aktivním filtrem např. typu „Sallen Key“, nebo rezonanční obvod/soustava vázaných rezonančních obvodů. Podmínkou je precizní nízkošumové provedení a monotónní fázová charakteristika v propustné oblasti.

25

Obvody  $6_1$  až  $6_n$  signálového zpracování mohou být v analogové nebo digitální variantě. Může jít o kombinaci softwarově nebo hardwarově řešených obvodů realizujících: napěťové reference, obvodů pro přechod do spektrální komplexní oblasti, zesilovačů odchylky, výřezových filtrů spektrálních složek, obvodů analogově-digitální konverze a obvodů digitálního signálového zpracování DSPa výpočetní jednotky PLC, hradlového pole, mikrokontroléru.

30

Dále je řídicí jednotka  $1$  přes první generátor  $2$  harmonického průběhu a druhý zesilovač  $3$  připojena k primární budicí cívce  $A$ .

35

První generátor  $2$  harmonického průběhu je oscilátor generující harmonický signál, kterým může být generátor produkující harmonický signál případně kmitočtová syntéza s dobrou spektrální čistotou, střednědobou kmitočtovou stabilitou a dobrou fázovou stabilitou.

40

Druhý zesilovač  $3$  je výkonový zesilovač s nízkým zkreslením a schopností pracovat do nízkoimpedanční zátěže, nebo audiozesilovač, případně zesilovač s proudovým výstupem.

Řídicí jednotka  $1$  je též přes druhý generátor  $7$  harmonického průběhu a zesilovač  $8$  nf signálu připojena k sekundární budicí cívce  $C$ .

45

Druhý generátor  $7$  harmonického průběhu může zahrnovat zlomkovou kmitočtovou syntézu odvozenou od prvního generátoru  $2$  harmonického průběhu, nebo to může být generátor produkující harmonický signál případně kmitočtová syntéza s dobrou spektrální čistotou, střednědobou kmitočtovou stabilitou a dobrou fázovou stabilitou.

50

Zesilovač  $8$  nf signálu zahrnuje obvody výkonného zesilovače nf signálu například diskrétní zapojení v „pracovní třídě A“, monolitický audiozesilovač, proudově posílené zapojení s operačními zesilovači, schopné proudového buzení sekundární budicí cívky  $C$ .

Detektor a lokalizátor feromagnetických inkluzí podle vynálezu využívá principu snímání deformací střídavého budicího magnetického pole, způsobených feromagnetickým předmětem uvnitř detektoru a převodu na fázově-amplitudový signál lokalizující feromagnetickou inkluzi.

5 Primární budicí cívka A vymezuje rozměr detekční-lokalizační oblasti ve dvou směrech, přičemž primární budicí cívkou A kontinuálně prochází lokalizované medium M (viz obr. 1).

Řídící jednotka 1 nastaví na výstupu přesného a frekvenčně čistého prvního generátoru 2 harmonického průběhu pracovní frekvenci a povolí jeho výstup. Harmonický signál je dále  
10 zesílen druhým zesilovačem 3 a veden do budicí cívky A. Odezva snímacích cívek B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub> je zesílena prvními zesilovači 4<sub>1</sub> až 4<sub>n</sub> a filtrována strmými pásmovými propustmi 5<sub>1</sub> až 5<sub>n</sub>.

Filtrované signály jsou individuálně zpracovány a simultánně vzorkovány obvody 6<sub>1</sub> až 6<sub>n</sub>  
15 signálového zpracování. Výstupy těchto obvodů 6<sub>1</sub> až 6<sub>n</sub> signálového zpracování jsou vedeny řídicí jednotky 1, která signály vyhodnotí a nad detekovanými signály provede lokalizaci částice/částic. Výsledek a komunikace s uživatelem, případně vazba s nadřazeným systémem se také děje skrze řídicí jednotku 1, který obsahuje i vstupně výstupní rozhraní a zobrazovací jednotkou.

20 Kalibrace systému může být jednorázová, nebo průběžná. Při jednorázové kalibraci nastaví řídicí jednotka 1 frekvenci přesného a frekvenčně čistého druhého generátoru 7 harmonického průběhu na frekvenci lehce odlišnou od pracovní frekvence a povolí výstup druhého generátoru 7. Harmonický signál je dále zesílen zesilovačem 8 nf signálu a veden do sekundární budicí cívky C. Magnetickou vazbou jsou následně ovlivněny snímací cívky B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub> což je využito pro  
25 kalibraci v obvodech 6<sub>1</sub> až 6<sub>n</sub> signálového zpracování.

V případě potřeby může být použita průběžná kalibrace, to znamená, že je signál sekundární budicí cívky C přítomen po celou dobu měření, aniž by zhoršil citlivost či jiné parametry detektoru, naopak zaručí adaptivitu systému na okolní podmínky.

30

## PATENTOVÉ NÁROKY

35 1. Detektor a lokalizátor feromagnetických inkluzí v kontinuálně procházejícím mediu (M), zahrnující primární budicí cívku (A), skrz kterou prochází medium (M), a dále zahrnující alespoň dvě snímací cívky (B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub>), **vyznačující se tím**, že snímací cívky (B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub>) jsou uspořádány v rovině kolmé k rovině primární budicí cívky (A) a všechny snímací cívky (B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub>) jsou vinuty v libovolném smyslu, přičemž v rovině snímacích cívek (B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub>) je uspořádána alespoň jedna sekundární budicí cívka (C).

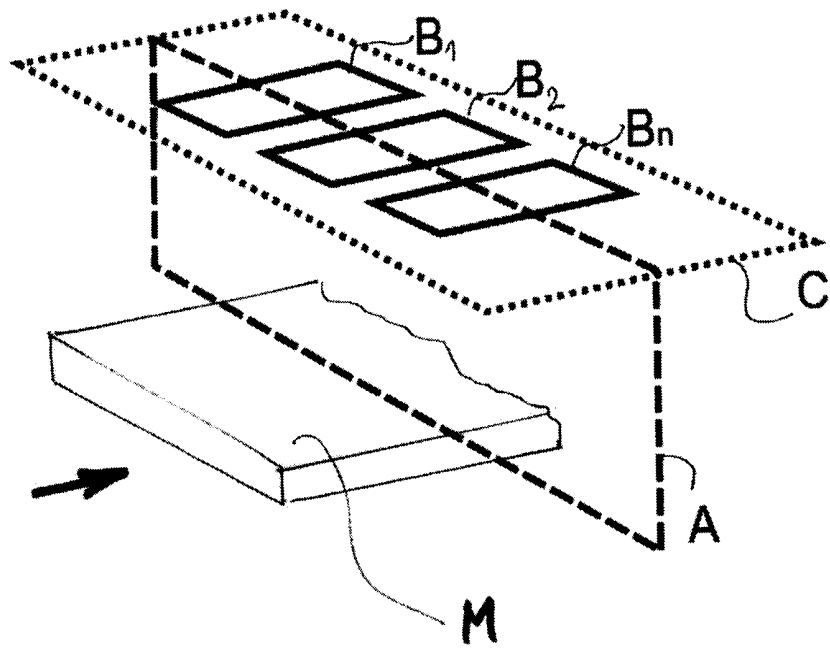
40 2. Detektor podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že další snímací cívky (B<sub>n</sub>) jsou uspořádány po celém obvodu primární budicí cívky (A).

45 3. Detektor podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že snímací cívky (B<sub>1</sub> až B<sub>n</sub>) jsou přes první zesilovače (4<sub>1</sub> až 4<sub>n</sub>), pásmové propusti (5<sub>1</sub> až 5<sub>n</sub>) a obvody (6<sub>1</sub> až 6<sub>n</sub>) signálového zpracování připojeny k řídicí jednotce (1) a řídicí jednotka (1) je přes první generátor (2) harmonického průběhu a druhý zesilovač (3) připojena k primární budicí cívce (A) a řídicí jednotka (1) je též přes druhý generátor (7) harmonického průběhu a zesilovač (8) nf signálu připojena k sekundární budicí cívce (C).

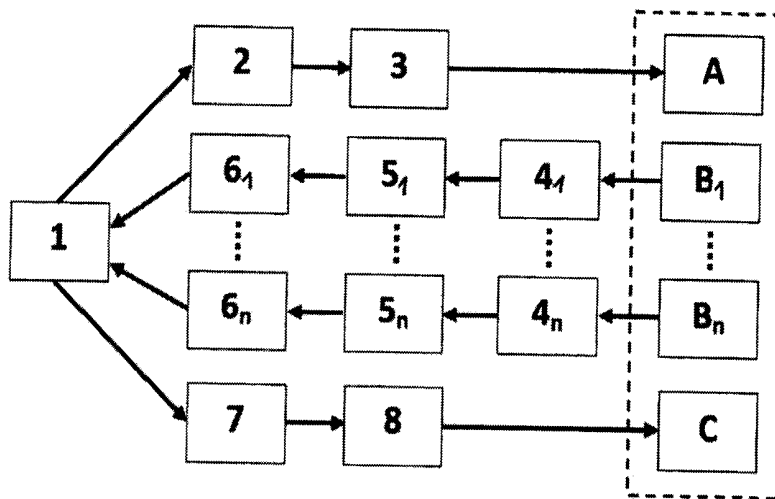
50

Seznam vztahových značek:

A	budicí cívka
$B_1$ až $B_n$	snímací cívky
C	sekundární budicí cívka
M	medium
1	řídící jednotka
2	první generátor harmonického průběhu
3	druhý zesilovač
$4_1$ až $4_n$	první zesilovače
$5_1$ až $5_n$	pásmové propusti
$6_1$ až $6_n$	obvody signálového zpracování
7	druhý generátor harmonického průběhu
8	zesilovač nf signálu



Obr. 1



Obr. 2

---

Konec dokumentu

---