



(12) Patentskrift

(10) SE 534 938 C2

(21) Patentansökningsnummer: 1050165-8
(45) Patent meddelat: 2012-02-21
(41) Ansökan allmänt tillgänglig: 2010-08-27
(22) Patentansökan inkom: 2010-02-19
(24) Löpdag: 2010-02-19
(83) Deposition av mikroorganism: ---
(30) Prioritetsuppgifter: 2009-02-26 DE 102009010453.4

(51) Internationell klass:
G01N 27/82 (2006.01)
G01N 27/72 (2006.01)
G01R 33/09 (2006.01)

(73) Patenthavare: V & M Deutschland GmbH, Rather Kreuzweg 106, 40472 Düsseldorf DE

(72) Uppfinnare: Gert Fischer, Wachtendonk DE
Sven Gwildies, Mülheim DE
Michael Kaack, Bochum DE
Alfred Graff, Essen DE
Ashraf Koka, Düsseldorf DE
Stefan Nitsche, Mülheim DE

(74) Ombud: Albihs.Zacco AB, Box 5581, 114 85 Stockholm SE

(54) Benämning: Anordning för oförstörande provning av rör

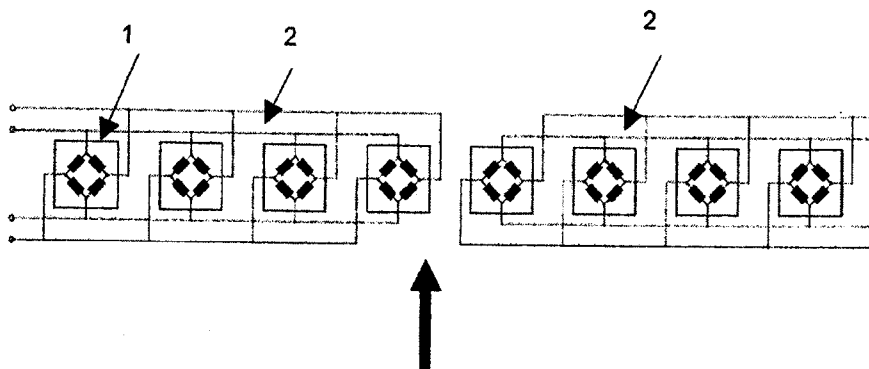
(56) Anförda publikationer: ---

(47) Sammandrag:

Anordning för oförstörande provning av rör

Uppfinningen avser en anordning för oförstörande provning av rör av ferromagnetiskt stål för längs-, tvärs- eller snedfel medelst magnetiskt eller magnetinduktivt provningsförfarande innefattande ett magnetiskt ok som beröringslöst överför det magnetiska flödet till röret och åtminstone två magnetfältskänsliga avkänningssonder (1) som är utformade som Giant-Magneto-Resistance-sensorer samt en utvärderingsenhet.

Därvid är det ombesörjat att GMR-sensorena (1) är sammanförda i en parallellkoppling till sensorgrupper (2) och vardera sensorgrupp är försedd med endast en förförstärkare.



Sammandrag

Anordning för oförstörande provning av rör

- 5 Uppfinningen avser en anordning för oförstörande provning av rör av ferromagnetiskt stål för längs-, tvärs- eller snedfel medelst magnetiskt eller magnetinduktivt provningsförfarande innefattande ett magnetiskt ok som beröringslöst överför det magnetiska flödet till röret och åtminstone två magnetfältskänsliga avkänningssonder (1) som är utformade som Giant-Magneto-Resistance-sensorer samt en utvärderingsenhet.

10

Därvid är det ombesörjat att GMR-sensorerna (1) är sammanförda i en parallellkoppling till sensorgrupper (2) och vardera sensorgrupp är försedd med endast en förförstärkare.

Fig. 1

Anordning för oförstörande provning av rör

Uppfinningen avser en anordning för oförstörande provning av rör av ferromagnetiskt stål med hjälp av ett magnetiskt eller magnetinduktivt provningsförfarande enligt ingres-
5 sen till patentkrav 1.

Sådana anordningar består av ett magnetiseringsok som beröringslöst överför det mag-
netiska flödet till röret samt åtminstone två magnetfältskänsliga avkänningssonder som
är utformade som GMR-sensorer samt en utvärderingsenhet.

10

Magnetiska eller magnetinduktiva provningsförfaranden, som exempelvis den kända
läckflödesprovningen används vid rör av ferromagnetiskt stål för att speciellt detektera
längs, tvärs eller snett orienterade ytnära defekter som t ex sprickor, vilka inte kan regi-
streras med andra provningsförfaranden eller endast kan registreras med stor onog-
15 grannhet eller kostnads- och tidsintensivt.

20

Med detta förfarande registreras t ex sprickor som, utgående från rörets yta, sträcker sig
åtminstone ca 0,3 mm in i materialet (Nondestructive Evaluation, A Tool in Design, Ma-
nufacturing, and Service, CRC Press 1997).

25

Från DE 10 2004 035 174 är det känt att det är fördelaktigt att använda s k GMR-
sensorer (Giant Magneto Resistance) vid den magnetiska felprovningen. Dessa senso-
rer besitter, i det lågfrekventa spektrumet, en hög fältkänslighet och en hög okänslighet
mot elektriska störstorheter och kan därför, i jämförelse med kända Hall-sensorer eller
induktionsspolar, användas på ett mer avlägset avstånd från provytan.

30

Vid jämförelse av induktiva sonder (spolar) för felprovning med GMR-sensorer utmärker
sig de senare genom hög känslighet, stor signalnivå, lågt brus och en hög lateral upp-
lösning p g a en liten dimension.

Denna högre känslighet vid lågt brus är en stor fördel vid provning av rör, speciellt vid
påvisande av inre fel. Användningen av de nya GMR-sensorerna blir därför nödvändig
för att förstora området av provningsbara väggjocklekar vid samtidig förbättring av till-

förlitligheten. Därutöver erbjuder det låga bruset utvidgade möjligheter med avseende på provningsstrategin.

5 En konsekvens av den höga laterala upplösningen är dock att en enda induktionsspole måste ersättas av ett antal GMR-sensorer (t ex 8 stycken) för att täcka samma provningsyta och därmed uppnå samma provningseffekt.

10 Typiskt drivs därvid varje GMR-sensor, liksom de klassiska Hall-sensorerna i existerande provningsanläggningar, med en egen differensförstärkare. Den efterföljande utvärderingselektroniken måste därför motsvarande vara utformad med fyra kanaler.

Om den höga upplösningen inte är nödvändig för provningsuppgiften har, p g a sondegenskaperna, reduktionen av antalet kanaler hitintills skett genom ett ytterligare processeringssteg i elektroniken eller först senare i den digitala delen av utvärderingen.
15 Detta gör provningsanordningen mycket komplicerad och dyr.

Genom användningen av vardera en förstärkare per GMR-sensor uppstår ett stort antal konstruktionsdelar och matarledningar. Denna komplexitet är dock nödvändig om den förhöjda laterala upplösningen skall utnyttjas. Av nackdel är vidare att den totala dimensionen av provningsenheten starkt tilltar och i förekommande fall leder till problem vid trånga platsförhållanden.
20

Om t ex 8 spolar i ett testhuvud skall ersättas av 8 GMR-sensorer som har samma provningsyta så är nu 64 förstärkare nödvändiga i stället för 8. Dessutom stiger det totala antalet matarledningar från 9 (8 + 1 gemensam jord) till 128. På grund av sensorernas små dimensioner är det svårt att montera detta stora antal matarledningar i provningshuvudet.
25

Uppfinningens uppgift är att, i stället för induktiva sensorer, tillhandahålla ett provningshuvud med åtminstone två GMR-sensorer som array, även benämnd rad eller grupp, för den magnetiska eller magnetinduktiva felprovningen. Provningshuvudet kan, vid samma provningsyta och provningseffekt, tillverkas med så låg hårdvaruförbrukning för mekanik och elektronik som möjligt. Samtidigt skall det öppnas för möjligheten att direkt ställa in lokal upplösning.
30

Uppfinningsenligt löses denna uppgift genom att GMR-sensorerna sammanförs som array i en parallellkoppling till sensorgrupper och endast vardera sensorgrupp är försedd med en förförstärkare.

5

Ersättandet av induktiva sonder med GMR-sensorer, vilka har en enorm potential för att förbättra provningsresultat vilket t ex krävs vid förhöjning av tillförlitligheten, möjlighet till provning av större vägg tjocklekar, utvidgade möjligheter för signalutvärdering genom sensoranordningen, kan kostnadsgynnsamt realiseras av föreliggande uppfinning genom reduktionen av den elektroniska och mekaniska komplexiteten. Provningshuvudets komplexitet är betydligt reducerad i jämförelse med konventionellt konstruerade GMR-provhuvuden med vardera en förförstärkare per sensor.

10

GMR-sensorernas teknologi tillåter en direkt parallellkoppling av flera sensorer till en array. Därigenom kan de nämnda nackdelarna hos komplicerad sensorteknik för vardera individuell sensor undvikas.

15

På fördelaktigt vis tillåter uppfinningen därutöver direkt inställning av upplösningen genom sammanförande av endast en delmängd sensorer.

20

Därmed resulterar möjligheten att optimera designen med avseende på lokal upplösning och komponentförbrukning.

25

För att kunna utesluta provningsluckor, som uppstår p g a rummässig separation av sensorer, anordnas enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen två närbelägna sensorgrupper så att dessa täcker varandra, d v s överlappar, med vardera en sensor.

30

För att kunna företa en entydig samordning av ett fel som ligger på den yttre rörytan eller den inre rörytan anordnas i en ytterligare föredragen utföringsform av uppfinningen, i tillägg till anordnandet av sensorgrupper vid sidan av varandra, två sensorgrupper i radiell riktning av röret över varandra så att dessa täcker varandra med alla sensorer.

Motsvarande det ur DE 10 2004 035 174 kända förfarandet registreras den vertikalt förändrande amplituden hos den horisontella fältkomponenten hos det magnetiska läckflö-

det, för det första på ett yttnära avstånd från rörets yttre yta och för det andra på ett mer avlägset avstånd därifrån och de registrerade signalerna sätts i relation till varandra.

Vidare är det i det uppfinningsenliga provningshuvudet med GMR-sensorer som array
5 möjligt, liksom vid spolsensorer, att bilda differensen av närbelägna eller mer avlägsna
sonder för att undertrycka bakgrundsbruset hos signalen respektive filtrera bort detta.
Härvid kan differenserna av närbelägna sensorpaket eller differenserna av avlägsna
godtyckliga sensorpaket eller differenserna av sensorpaket och en lämpligt anordnad
10 individuell sensor bildas under användning av en lämplig elektronik.

Ytterligare särdrag, fördelar och detaljer av uppfinningen framgår av den efterföljande
beskrivningen av de illustrerade figurerna.

Där visar:

15 Fig. 1 i planvy den schematiska illustrationen av en utföringsform av det uppfin-
ningsenliga sammanförandet av GMR-sensorer till arrayer i en parallellkopp-
ling

20 Fig. 2 som Fig. 1 dock i en andra utföringsform.

I Fig. 1 är, i en första utföringsform, det uppfinningsenliga sammanförandet som paral-
lellkoppling av GMR-sensorer till arrayer schematiskt illustrerat i planvy. Pilen visar
25 provningsriktningen av det här ej illustrerade röret.

Härvid ersattes ett 6-kanaligt induktivt sondsystem av åtta GMR-sensorer 1 som sam-
manförts till två sensorgrupper 2 med vardera fyra parallellt kopplade GMR-sensorer 1.

30 Varje sensorgrupp 2 är uppfinningsenligt försedd med endast en förförstärkare (här ej
illustrerad) varigenom komponentförbrukningen avsevärt reducerades.

För att undvika provningsluckor är det fördelaktigt att i provriktningen anordna sensor-
grupper efter varandra och förskjutet så att provningsspåren täcker varandra med en
sensor vardera (Fig. 2).

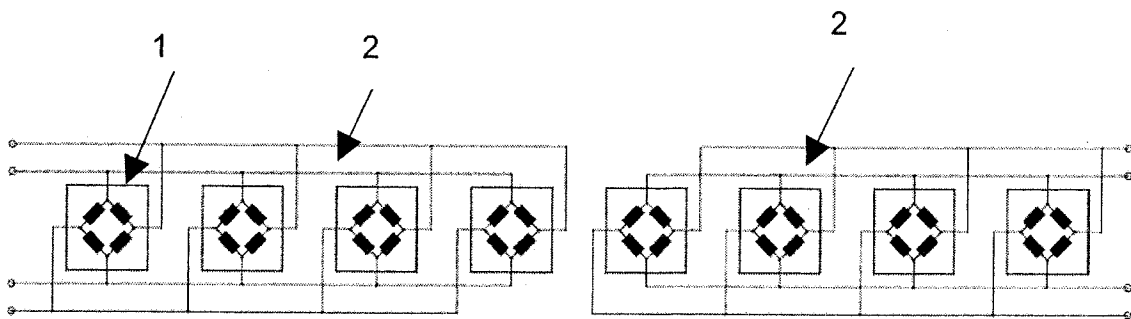
I den illustrerade utföringsformen reducerades antalet konstruktionselement med faktor 4 gentemot den konventionella kopplingen där GMR-sensorer är anordnade i serie och upplösningen ökade gentemot det konventionella spolsystemet med faktorn 2. Sensor-axelns orientering väljs här parallell till provningsriktningen (magnetiseringsriktningen) för identifiering av tvärfel resp. längsfel. Orienteringen kan dock också vara vriden, för att på så sätt höja känsligheten för snedfel.

Anordningen enligt Fig. 1 och 2 kan dock också modifieras. I syfte att åstadkomma en differensbildning av signalerna och därmed ett förhöjt informativt värde kan två sensorgrupper anordnas med olika avstånd till röret och över varandra på så sätt att två sensorer täcker varandra. Därmed kan en differensbildning företas för respektive signaler enligt DE 10 2004 035 174.

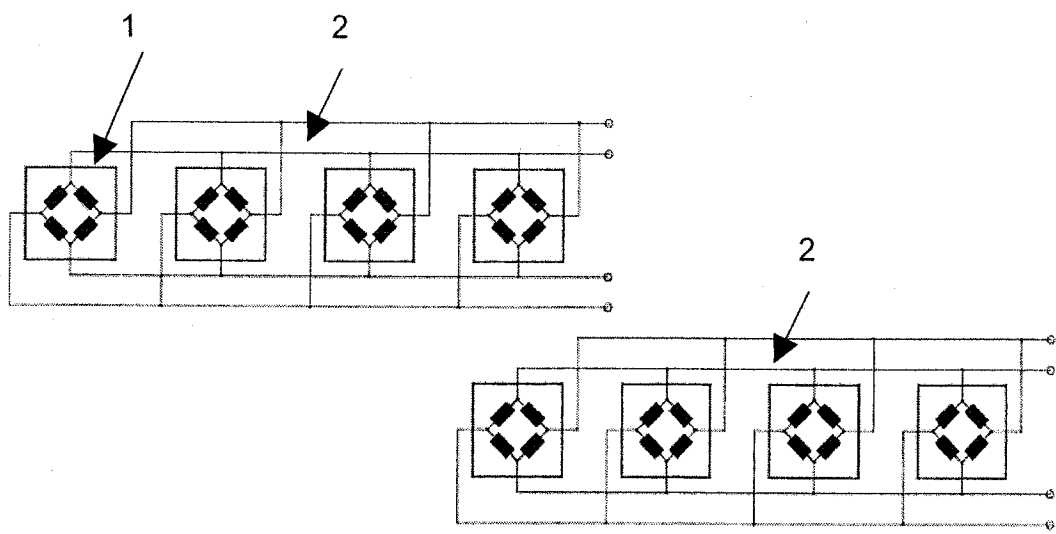
Patentkrav

1. Anordning för oförstörande provning av rör av ferromagnetiskt stål för detektion av längs-, tvärs- eller snedfel medelst magnetiskt eller magnetinduktivt provningsförfarande, innefattande ett magnetiskt ok som beröringslöst överför det magnetiska flödet till röret och åtminstone två magnetfältskänsliga avkänningssonder som är utformade som **GMR Giant-Magneto-Resistance-sensorer (1)** samt en utvärderingsenhet, **kännetecknad** av att **GMR Giant-Magneto-Resistance-sensorerna (1)**, som array, är sammanförda i en parallellkoppling till sensorgrupper (2) och att endast varje sensorgrupp är försedd med endast en förförstärkare.
2. Anordning enligt krav 1, **kännetecknad** av att **Giant-Magneto-Resistance-sensorerna (1)** valfritt kan kopplas samman i sin helhet eller i en delmängd.
3. Anordning enligt krav 1 och 2, **kännetecknad** av att sensorgrupperna, sett i provningsriktningen, är anordnade efter varandra eller vid sidan av varandra så att sensorgrupperna (2) täcker varandra med vardera en sensor (1).
4. Anordning enligt kraven 1-3, **kännetecknad** av att sensorgrupperna (2), i radiell riktning, är anordnade över varandra på så sätt att sensorgrupperna täcker varandra med alla sensorer.

111



Figur 1



Figur 2