الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الإختراع و التصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لائحته التنفيذية.
يقرر منح :

سوميتومو كيميكال كمبني، ليمتد
SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED

براءة اختراع رقم : SA 9010

بتاريخ : 1443/05/02 هـ
الموافق : 2021/12/06 م

عن الإختراع المسمى :

طريقة لقياس العيوب، وجهاز لقياسها، ومسبار اختبار

Defect Measurement Method, Defect Measurement Device, and Testing Probe

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

[19] **الهيئة السعودية للملكية الفكرية**
[11] **رقم البراءة:** SA 9010 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1443/05/02 هـ
الموافق: 2021/12/06 م

[21] رقم الطلب: 518390730
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1439/04/24 هـ
الموافق: 2018/01/11 م
[30] بيانات الأسبقية:
2015-142390 JP 2015/07/16 م
[72] اسم المخترع: تويوكازو تادا، هيديهيكو سويتسوجو
[73] مالك البراءة: سوميتومو كيميكال كمبني، ليمتد
عنوانه: 27-1، شينكاوا 2-تشوم، تشو-كو، طوكيو 104-8260، اليابان
جنسيته: يابانية
[74] الوكيل: مكتب المحامي سليمان ابراهيم العمار

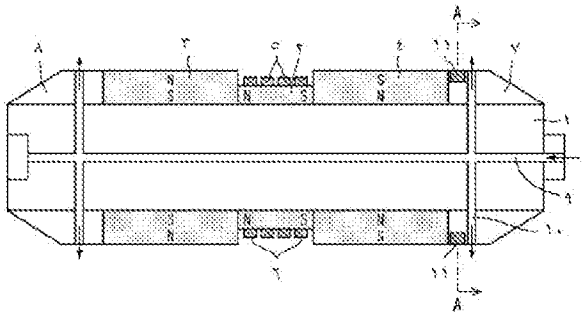
[86] رقم الطلب الدولي: PCT/JP2016/067808
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2016/06/15 م
[87] رقم النشر الدولي: WO 2017/010215 A1
تاريخ النشر الدولي: 2017/01/19 م
[51] التصنيف الدولي(IPC®):
G01N 027/082
[56] المراجع:
JP 50-094987, JP 5-164745
CN 102798660, US 3940689
JP 2010/237186, US 2006/202700
US 2012007596, JP 2010/127854
JP 63-133054
Hidehiko Suetsugu, "Development and Application of Non-Destructive Evaluation Technology for Chemical Equipment Materials", SUMITOMO KAGAKU, (20140102), pages 1 - 15, URL:https://www.sumitomochem.co.jp/english/rd/report/files/docs/2014E_3.pdf, (20190213), XP055555927 [Y] 14,15 * abstract * *page 2, column right, paragraph 2-page 3, column left, paragraph 2 *[A] 1-13

الفاحص: فاتن بنت مهدي آل معمر

[54] اسم الاختراع: طريقة لقياس العيوب، وجهاز لقياسها، ومسبار اختبار
Defect Measurement Method, Defect Measurement Device, and Testing Probe

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي باجراء تقييم كمي لعيب ما بعضو مغناطيسي magnetic member بصورة سريعة. ويتم استخدام مسبار فحص inspection probe (100)، يتضمن: مغناطيس ثالث third magnet (4) بقطبية في اتجاه متقاطع مع سطح مضاد مواجه لعضو مغناطيسي magnetic member؛ عنصر Hall (11) يكشف عن كثافة دفق مغناطيسي يتدفق من خلال المغناطيس الثالث (4) ويستخدم العضو المغناطيسي، لتطبيق، على إشارة خرج من عنصر Hall (11)، لوغاريتم تقييم تم اختياره سواء كان السطح المعيب عبارة عن سطح أمامي front surface أو سطح خلفي back surface. الشكل (1)

عدد عناصر الحماية (10)، عدد الأشكال (16)



طريقة لقياس العيوب، وجهاز لقياسها، ومسبار اختبار

Defect Measurement Method, Defect Measurement Device, and Testing Probe

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بـ (1) طريقة وجهاز لقياس عيب لعضو مصنوع من مادة مغناطيسية magnetic material و(3) مسبار فحص inspection probe للاستخدام في قياس العيب.

تشمل الأمثلة المعروفة لطريقة الفحص التقليدية لفحص ووجود/غياب عيب في عضو مغناطيسي مثل، الترقيق أو الكسر (1) اختبار تيار الدوامة للمغناطيسية Eddy Current Testing (ECT) للمغناطيسية اختبار تيار الدوامة الذي تم الكشف عنه في مرجع البراءة رقم 1 وما شابه ذلك و(2) تسرب التدفق المغناطيسي magnetic flux leakage (MFL) الذي تم الكشف عنه في مرجع البراءة رقم 2 وما شابه ذلك.

تشمل أمثلة معروفة لطريقة ما لقياس عمق ما بصورة كمية أو ما شابه لعيب ما لجزء مغناطيسي على طريقة قياس سمك بالموجات فوق الصوتية دوّارة بالغمر أنظمة فحص دوارة داخلية Internal Rotary Inspection Systems (IRIS).

قائمة الاستشهاد

[مراجع البراءة]

مرجع البراءة 1: البراءة اليابانية رقم 5169983 (تاريخ النشر: 15 نوفمبر 2010)

مرجع البراءة 2: منشور طلب البراءة اليابانية Tokukai رقم 212161-2004 (تاريخ النشر: 29 يوليو 2004).

الوصف العام للاختراع

المشكلة التقنية : ومع ذلك، على الرغم من أن اختبار الكشف عن عيوب تيار الدوامة المغناطيسية وتسريب التدفق المغناطيسي يسمحا بفحص وجود/غياب عيب ما، للأسف لم تجعل هذه الطرق قياس عمق ما أو ما شابه ذلك للعيب بشكل كمي بدقة ممكناً.

بالإضافة إلى ذلك، على الرغم من أن طريقة قياس سمك بالموجات فوق الصوتية دوّارة بالغمر بقياس كمي دقيق بصورة كبيرة لعمق ما أو ما شابه لعيب، تستغرق هذه الطريقة للأسف زمناً للفحص.

تم إجراء الاختراع الحالي بالنظر إلى المشاكل الحالية، ويتمثل الهدف من الاختراع الحالي في إجراء تقييم كمي بصورة سريعة لعيب ما في عضو مغناطيسي.

حل المشكلة : تتمثل طريقة قياس عيب ما وفقاً لجانب من الاختراع الحالي في طريقة لقياس عيب لعضو مغناطيسي magnetic member ، حيث تشتمل على الخطوات التالية: (أ) قياس الخرج من جهاز استشعار مغناطيسي magnetic sensor باستخدام مسبار فحص يتضمن مغناطيس وجهاز استشعار مغناطيسي تم توفيره على دائرة مغناطيسية magnetic circuit تم تشكيلها باستخدام المغناطيس والعضو المغناطيسي والذي يكشف عن كثافة تدفق مغناطيسي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية؛ (ب) الحكم إذا كان العيب (1) عبارة عن عيب سطح أمامي ناشئ في السطح الأمامي للعضو المغناطيسي، حيث يمثل هذا السطح الأمامي سطح مضاد مواجه لمسبار الفحص أو (2) عيب سطح خلفي ناشئ في السطح الخلفي للعضو المغناطيسي، حيث يكون السطح الخلفي مقابلاً للسطح المضاد، و(ج) تقييم العيب للعضو المغناطيسي كمياً عن طريق تطبيق، على إشارة خرج من المستشعر المغناطيسي، لوغاريتم التقييم الذي تم اختياره من لوغاريتمات التقييم الموضحة مقدماً للوغاريتمات ذات الصلة لعيب السطح الأمامي وعيب السطح الخلفي والتي تناظر نتيجة الحكم في الخطوة (ب).

يمثل جهاز قياس عيب ما وفقاً لجانب من الاختراع الحالي جهاز قياس عيب حيث يقوم بقياس عيب لعضو مغناطيسي، حيث يتضمن: مسبار فحص يشمل مغناطيس ومستشعر مغناطيسي يتم توفيره على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها باستخدام المغناطيس والعضو المغناطيسي وتكشف عن كثافة تدفق مغناطيسي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية magnetic circuit التي تتدفق من

خلال الدائرة المغناطيسية؛ وقسم حساب مقاومة تدفق مغناطيسي قادر على تقييم عيب العضو المغناطيسي بشكل كمي عن طريق تطبيق، على إشارة الخرج، لوغاريتم التقييم تم اختياره وفقاً إما (1) للعيب الذي تم تشكيله عى سطح أمامي للعضو المغناطيسي، حيث يمثل السطح الأمامي سطح مقابل مواجه لمسبار الفحص أو (2) للعيب الذي تم تشكيله على سطح خلفي مضاد للسطح المقابل.

يمثل مسبار الفحص وفقاً لجانب من الاختراع الحالي مسبار فحص يقوم بفحص عيب في عضو مغناطيسي، حيث يتضمن: مجموعة من المغناطيسات التي تم توفيرها لتشكيل مصفوفة Halbach على طول سطح مضاد لمسبار الفحص، حيث يواجه السطح المضاد العضو المغناطيسي؛ مستشعر العيب تيار الدوامة الذي تم توفيره عند جزء مركزي لمصفوفة Halbach من مجموعة المغناطيسات؛ ومستشعر مغناطيسي (1) تم توفيره على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها باستخدام العضو المغناطيسي ومغناطيس تم توفيره عند جزء طرفي من مصفوفة Halbach من مجموعة من المغناطيسات و(2) يكشف عن كثافة تدفق مغناطيسي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية.

تأثيرات مميزة للاختراع

باستخدام طريقة قياس العيب، جهاز قياس العيب، ومسبار فحص وفقاً لنموذج ما من الاختراع الحالي، وبالتالي من الممكن إجراء تقييم كمي بسرعة لعيب ما من عضو مغناطيسي magnetic member .

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

شكل 1 عبارة عن منظر قطاعي عرضي يوضح تخطيطياً مسبار فحص للاستخدام في جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج ما من الاختراع الحالي.

شكل 2 عبارة عن منظر قطاعي عرضي مأخوذ على طول الخط A-A الموضح في الشكل 1.

شكل 3 عبارة عن مخطط دائرة يوضح قطاع الكشف عن عيب تيار الدوامة من مسبار الفحص الموضح في الشكل 1.

شكل 4 عبارة عن مخطط إطاري يوضح تصميم قطاع تقييم الترقيق الموجود في جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج ما من الاختراع الحالي.

شكل 5 عبارة عن منظر لوصف عملية تقييم الترقيق تخطيطياً تم اجراؤها باستخدام جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج من الاختراع الحالي.

شكل 6 عبارة عن مخطط سير عمليات يوضح تدفق عملية تم اجراؤها باستخدام جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج من الاختراع الحالي.

(أ) من شكل 7 عبارة عن منظر لوصف مثالاً لأجزاء اختبار لها مجموعة من أجزاء لترقيق السطح الخارجي.

(ب) من الشكل 7 عبارة عن منظر لوصف أمثلة لأجزاء اختبار لها مجموعة من أجزاء لترقيق السطح الداخلي.

(ج) من الشكل 7 عبارة عن رسم بياني يوضح علاقات بين (1) القيم المجمعة لإشارات الخرج من عناصر Hall ذات الصلة، حيث تم الحصول على القيم المجمعة عن طريق قياس أجزاء الاختبار باستخدام مقاومة التدفق المغناطيسي و(2) نسب نقص القطاع العرضي الفعلي لترقيق أجزاء الاختبار ذات الصلة.

شكل 8 عبارة عن منظر لوصف مثال لقيم فلطية الخرج من عناصر Hall ومتغيرات الشكل في حالة ما حيث يتم اجراء الكشف عن العيوب للترقيق خلال السطح الكلي ويتم اجراء الترقيق المحلي باستخدام جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج من الاختراع الحالي.

شكل 9 عبارة عن رسم بياني يوضح Vmax و Vall التي يتم حسابها على أساس نتائج الكشف عن العيوب لأجزاء الاختبار الموضحة في (أ) و(ب) من الشكل 7.

شكل 10 عبارة عن رسم بياني حيث يتم استخلاص بيانات، من جميع أجزاء البيانات الموضحة في الشكل 9، تتعلق بجزء الاختبار الذي له ترقيق سطح خارجي.

شكل 11 عبارة عن منظر لوصف طريقة حساب لحساب نطاق مرقق عن طريق طريقة الحساب الثانية باستخدام جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج من الاختراع الحالي.

شكل 12 عبارة عن منظر لوصف طريقة حساب لحساب نطاق مرقق عن طريق طريقة الحساب الثانية باستخدام جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج من الاختراع الحالي.

شكل 13 عبارة عن رسم بياني يوضح علاقات بين (1) قيم سمك تم تقييمه تم الحصول عليه عن طريق أنابيب القياس المستخدمة في نماذج الإنتاج الفعلية باستخدام جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج من الاختراع الحالي و(2) قيم السمك الفعلية التي تم الحصول عليها عن طريق قياس الأنابيب المستخدمة بشكل فعلي في نماذج الإنتاج الفعلية.

(أ) من الشكل 14 عبارة عن رسم بياني يخطط لفلطيات الخرج من عناصر Hall في حالة ما حيث يتم فحص أنبوب مغناطيسي له ترقيق سطح داخلي باستخدام جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج ما من الاختراع الحالي. (ب) من الشكل 14 عبارة عن منظر لوصف طريقة حساب لحساب نطاق مرقق.

(أ) من الشكل 15 عبارة عن رسم بياني يخطط لفلطيات الخرج من عناصر Hall في حالة ما حيث يتم فحص أنبوب مغناطيسي له ترقيق سطح خارجي باستخدام جهاز قياس الترقيق وفقاً لنموذج ما من الاختراع الحالي. (ب) من الشكل 15 عبارة عن منظر لوصف طريقة حساب لحساب نطاق مرقق.

شكل 16 عبارة عن منظر لوصف اختلاف بين تسريب تدفق مغناطيسي تقليدي ومقاومة التدفق المغناطيسي المستخدمة في نموذج من الاختراع الحالي.

<u>الوصف التفصيلي:</u>

يمثل عضو مغناطيسي هنا عضو مصنوع من مادة مغناطيسية magnetic material . تشمل أمثلة من العضو المغناطيسي كبل، سلك، عضو على شكل لوح، وهياكل مختلفة، حيث يكون كل منها مصنوع من مادة مغناطيسية . تشمل أمثلة لعيب من العضو المغناطيسي جزء مرقق (يُشار إليه فيما يلي "بالترقيق") والكسر. يمثل "الترقيق" ظاهرة حيث يتم ترقيق السمك لعضو أو ما شابه،

عن طريق، على سبيل المثال، تآكل ميكانيكي mechanical abrasion و/أو تآكل كيميائي chemical corrosion.

سوف يناقش الوصف التالي نموذج من الاختراع الحالي. وفقاً للنموذج الحالي، يتم فحص ترقيق أنبوب مغناطيسي، يعمل كعضو مغناطيسي ليتم فحصه، باستخدام (1) عناصر Hall تعمل كمستشعر مغناطيسي و(2) ملف استثارة وكشف يعمل كمستشعر عيوب تيار دوامة. على الرغم من ذلك، لا يعد الاختراع الحالي مقيداً بالنموذج الحالي، ويمكن تطبيقه على أكثر من أنبوب مغناطيسي وفحص الترقيق.

وفقاً للنموذج الحالي، يشير التعبير "جهاز قياس الترقيق" إلى جهاز قياس العيوب وفقاً لنموذج الاختراع الحالي. عند مناقشة عيب ما في نموذج ما من الاختراع الحالي، (1) يشير التعبير "ترقيق السطح الخارجي" إلى عيوب السطح الأمامي الناشئة على سطح أمامي يمثل سطح مضاد مواجه لمسبار الفحص و(2) يشير التعبير "ترقيق السطح الداخلي" إلى عيوب السطح الخلفي الناشئة على سطح خلفي مقابل للسطح المضاد. يشير التعبير "ترقيق السطح الداخلي" إلى عيب سطح خلفي ناشئ على سطح خلفي مقابل للسطح المضاد. يشير التعبير "نطاق مرقق" إلى نطاق عيب يشير إلى نطاق عيب على طول محيط القطاع العرضي أنبوب مغناطيسي وفقاً لنموذج ما من الاختراع الحالي، حيث يكون القطاع العرضي متعامداً على محور الأنبوب المغناطيسي. يشير التعبير "قطاع حساب نطاق مرقق" إلى قطاع حساب نطاق عيب يقوم بحساب نطاق العيب. يشير التعبير "عمق الترقيق" إلى عمق ما لعيب ناشئ على أنبوب مغناطيسي وفقاً لنموذج ما من الاختراع الحالي. يشير التعبير "قطاع حساب عمق العيب" إلى قطاع حساب عمق عيب يقوم بحساب عمق العيب. يشير التعبير "قطاع الحكم على السطح المرقق" إلى قطاع الحكم على سطح العيب قادر على الحكم، على أساس نتيجة اختبار تيار الدوامة باستخدام مستشعر عيب تيار الدوامة وفقاً لنموذج ما من الاختراع الحالي، حيث يكون لسطح أمامي وسطح خلفي من العضو المغناطيسي عيباً ما. يشير التعبير "حكم السطح المرقق" إلى حكم ما إذا كان العيب عبارة عن (1) عيب سطح أمامي ناشئ في السطح الأمامي من العضو المغناطيسي، حيث يكون السطح الأمامي عبارة عن سطح مضاد مواجه لمسبار الفحص inspection probe أو (2) عيب سطح خلفي ناشئ على السطح الخلفي من العضو المغناطيسي، حيث يكون السطح الخلفي مقابلاً للسطح المضاد.

(1-1. تصميم مسبار فحص 100 inspection probe)

شكل 1 عبارة عن منظر قطاعي عرضي يوضح تخطيطياً مسبار فحص 100. شكل 2 عبارة عن منظر قطاعي عرضي مأخوذ على الخط A-A الموضح في الشكل 1.

وفقاً للنموذج الحالي، يتم فحص أنبوب مغناطيسي باستخدام اختبار تيار الدوامة للمغناطيسية (ECT للمغناطيسية (اختبار تيار الدوامة Eddy Current Testing)) ومقاومة التدفق المغناطيسي Magnetic Flux Resistance (MFR) خلال إدخال مسبار الفحص 100 داخل الأنبوب المغناطيسي وتحريك مسبار الفحص 100 في الأنبوب المغناطيسي. تشتمل أمثلة من الأنبوب المغناطيسي المراد إدخاله على أنانيب مصنوعة من مواد مغناطيسية مثل: صلب كربوني، صلب مقاوم للصدأ حديدي، وصلب مقاوم للصدأ ثنائي الأطوار له طورين عبارة عن طور حديدي وطور الأوستينيت.

كما هو موضح في الشكل 1، يتضمن مسبار الفحص 100 مقرن 1، مغناطيس أول 2، مغناطيس ثانٍ 3، مغناطيس ثالث 4، ملفات استثارة وكشف 5، ملفات تحكم في تيار الدوامة 6، ودليل 7 و8، ومنفذ مدخل هواء 9، ومنافذ نفث الهواء 10، وعناصر Hall 11.

يعد المقرن 1 عبارة عن عضو اسطواني أجوف مصنوع من مادة مغناطيسية. وهناك أمثلة من المادة المغناطيسية التي يصنع منها المقرن 1 تشتمل على فلزات ذات نفاذية عالية مثل، الصلب الكربوني وصلب منخفض السبيكة.

يتم إلحاق المغناطيس الأول 2، المغناطيس الثاني 3، والمغناطيس الثالث 4 بسطح محيطي خارجي من المقرن 1، ويتم توفيره بهذا الترتيب لتشكيل مصفوفة Halbach التي تمتد في اتجاهات محورية من المقرن 1.

على وجه الخصوص، يتم توفير المغناطيس الأول 2 في صورة اسطوانية جوفاء مصنوعة باستخدام مغناطيس أحادي أو تم الحصول عليها عن طريق إتحاد مجموعة من المغناطيسات حيث يتم تقسيم مغناطيس أحادي على طول محيط المقرن 1. يتم تركيب المغناطيس الأول 2 على طول السطح المحيطي الخارجي لجزء المقرن 1، حيث يوجد هذا الجزء عند جزء مركزي في الاتجاهات المحورية من المقرن 1 (أي، الجزء المتداخل بينياً بين المغناطيس الثاني 3 والمغناطيس الثالث

4). وفقاً للنموذج الحالي، تم تزويد المغناطيس الأول 2 في صورة اسطوانية جوفاء، وتركيبه على المقرن 1 بحيث يكون محور المغناطيسي الأول 2 مطابقاً لمحور المقرن 1. يتم استقطاب المغناطيس الأول 2 على طول اتجاه موازياً إلى حد كبير للاتجاه المحوري للمقرن 1، حيث يكون المغناطيس الأول 2 ممغنطاً بحيث (1) يكون قطب مغناطيسي واحد من المغناطيس الأول 2، حيث يواجه القطب المغناطيسي المغناطيس الثاني 3، عبارة عن قطب N و(2) والقطب المغناطيسي الآخر، حيث يواجه القطب المغناطيسي المغناطيس الثالث 4، عبارة عن قطب S. تشمل أمثلة من المغناطيس الأول 2 مغناطيسات ثابتة عالية الأداء مثل، مغناطيس نيوديميوم.

يتم تركيب المغناطيس الثاني 3 على طول سطح محيطي خارجي من المقرن 1، حيث يوجد سطح محيطي خارجي تجاه طرف واحد محورياً بالنظر إلى المغناطيس الأول 2. وفقاً للنموذج الحالي، يتم توفير المغناطيس الثاني 3 (1) في صورة اسطوانية جوفاء التي تم صنعها باستخدام مغناطيس أحادي أو تم الحصول عليها عن طريق اتحاد مجموعة من المغناطيسات حيث يتم تقسيم مغناطيس أحادي على طول محيط المقرن 1 و(2) تم تركيبه على المقرن 1 بحيث يكون محور المغناطيس الثاني 3 مطابقاً لمحور المقرن 1. يتم استقطاب المغناطيس الثاني 3 في اتجاهات حيث تمتد أنصاف أقطار المقرن 1 (أي، تم استقطابها في اتجاهات مواجه لأنبوب مغماطيسي P)، بحيث يكون المغناطيس الثاني 3 ممغنطاً بحيث يكون (1) قطب مغناطيسي واحد من المغناطيس الثاني 3، المواجه للمقرن 1، عبارة عن القطب S و(2) ويكون القطب المغناطيسي الآخر (المواجه للأنبوب المغناطيسي المراد فحصه) من المغناطيس الثاني 3 عبارة عن القطب N. تشمل أمثلة من المغناطيس الثاني 3 مغناطيسات ثابتة مرتفعة الأداء مثل، مغناطيس النيوديميوم.

يتم تركيب المغناطيس الثالث 4 على طول سطح محيطي خارجي للمقرن 1، حيث يوجد سطح محيطي خارجي تجاه الطرف الآخر بشكل محوري (أي يقع نحو جانب مقابل الجانب حيث يتم توفير المغناطيس الثاني 3) بالنظر إلى المغناطيس الأول 2. وفقاً للنموذج الحالي، فإن المغناطيس الثالث 4 (1) يتم توفيره في شكل أسطواني أجوف يتم صنعه باستخدام مغناطيس واحد أو يتم الحصول عليه عن طريق اتحاد مجموعة من المغناطيسات حيث يتم تقسيم مغناطيس واحد على طول محيط المقرن 1 و(2) يتم تركيبه على المقرن 1 بحيث يكون محور المغناطيس الثالث 4 مطابقاً لمحور المقرن 1. ويكون المغناطيس الثالث 4 في الاتجاهات حيث تمتد أنصاف أقطار

المقرن 1 (أي، يكون استقطاباً في الاتجاهات المواجه لأنبوب مغناطيسي P)، بحيث يكون المغناطيس الثالث 4 ممغنطاً لتكون الأقطاب المغناطيسية المقابلة لتلك الأقطاب للمغناطيس الثاني 3. على وجه التحديد، وفقاً للنموذج الحالي، يكون المغناطيس الثالث 4 ممغنطاً بحيث يكون (1) القطب المغناطيسي، الذي يواجه المقرن 1، عبارة عن القطب N و(2) القطب المغناطيسي الآخر عبارة عن القطب S. تشتمل أمثلة من المغناطيس الثالث 4 على المغناطيس الثابت عالي الأداء مثل مغناطيس النيوديميوم.

في حالة ما حيث يتم تركيب المغناطيس الأول 2 بين المغناطيس الثاني 3 والمغناطيس الثالث 4 بحيث يكون القطب المغناطيسي الذي يواجه المغناطيس الثاني 3 والقطب المغناطيسي الذي يواجه المغناطيس الثالث 4 عبارة عن القطب N والقطب S، على التوالي (أي، في حالة ما حيث يتم توفير المغناطيس الثاني 3، والمغناطيس الأول 2، والمغناطيس الثالث 4 بحيث يشكل مصفوفة Halbach)، فمن الممكن أن (1) يتسبب في كثافة (كثافة تدفق مغناطيسي) للتدفق المغناطيسي، الذي يتكون من المغناطيس الثاني 3 والمغناطيس الثالث 4، ليكون عالياً و(2) يتسبب في أن يكون توزيع التدفق المغناطيسي موحداً.

لاحظ أن المغناطيس الأول 1، والمغناطيس الثاني 3، والمغناطيس الثالث 4 غير محدد بأي حجم محدد، بشرط أن هذه المغناطيسات يمكن إدخالها في أنبوب مغناطيسي ليتم فحصه. على الرغم من ذلك، يكون للمغناطيس الأول 2، والمغناطيس الثاني 3، والمغناطيس الثالث 4 أحجام بحيث تكون كثافات التدفق المغناطيسي عند أجزاء طرفية ذات صلة من المغناطيس الثاني 3 والمغناطيس الثالث 4، حيث توجد أجزاء طرفية عند أجزاء خارجية من المقرن 1 بشكل محوري (أي، أجزاء طرفية بعيدة عن المغناطيس الأول 2)، كل منها بشكل مفضل T1.4 إلى T2.4، وبشكل أكثر تفضيلاً، T1.5 إلى T2.2. في حالة ما حيث تقع أي من كثافات التدفق المغناطيسي في النطاقات أعلاه، تتغير النفاذية النسبية لأنبوب مغناطيسي، التي يتعين فحصها، خطياً استجابة لتغير ما في كثافة التدفق المغناطيسي. وبالتالي، عن طريق ضبط كثافات التدفق المغناطيسي لكل من يقع في النطاقات أعلاه، من الممكن إجراء فحص ما بدقة كبيرة عن طريق مقاومة التدفق المغناطيسي Magnetic Flux Resistance (MFR) التي تم وصفها لاحقاً.

لا يعد عدد المغناطيسات المراد توفيرها أيضاً على وجه التحديد محدوداً. على سبيل المثال، من الممكن كذلك توفير مغناطيس آخر بين المغناطيس الأول 2 والمغناطيس الثاني 3 و/أو بين المغناطيس الأول 2 والمغناطيس الثالث 4. في هذه الحالة، من الممكن أيضاً توفير مغناطيسات بحيث تشكل المغناطيسات مصفوفة Halbach.

ولا تعد الطريقة التي يتم باستخدامها تركيب المغناطيس الأول 2، والمغناطيس الثاني 3، والمغناطيس الثالث 4 على المقرن 1 محدودة بأي طريقة محددة. على سبيل المثال، يمكن تركيب هذه المغناطيسات على المقرن 1 باستخدام مادة لاصقة أو ما شابه، أو يمكن تعشيقها باستخدام المقرن 1.

يتم لف ملفات الاستثارة والكشف 5 على طول سطح محيطي خارجي من المغناطيس الأول 2 ال تم توفيره عند جزء المقرن 1، حيث يوجد هذا الجزء عند جزء المركز في الاتجاهات المحورية من المقرن 1. يقصد بملفات الاستثارة والكشف 5 لاختبار تيار الدوامة حيث يتم فحص عيب تيار الدوامة عند منطقة أنبوب مغناطيسي P، حيث تكون المنطقة مشبعة مغناطيسياً عن طريق المغناطيس الثاني 3، المغناطيس الأول 2، والمغناطيس الثالث 4 (أو منطقة حيث يتم خفض نفاذيتها المغناطيسية بصورة كافية لتكون نفاذية بصورة كافية باستخدام تيار الدوامة). في اختبار تيار الدوامة، يتم الكشف عن إشارة ترقيق (إشارة كشف) عندما تمر ملفات الاستثارة والكشف 5 عن طريق جزء مرقق من أنبوب مغناطيسي. ترتبط إشارة الترقيق بـ (1) سعة مناظرة لمقدار (حجم) الترقيق و(2) طور مناظر لعمق الترقيق. لا تعد ملفات الاستثارة والكشف 5 مقيدة بأي تصميم محدد، بشرط أنه يمكن أن يكشف عن إشارة الترقيق. على سبيل المثال، يمكن أن يكون كل من ملفات الاستثارة والكشف 5 عبارة عن ملف تم الحصول عليه عن طريق لف، 10 مرات إلى 200 مرة، سلك نحاسي له قطر سلك يتراوح من 0.02 مم إلى 1.0 مم.

يتم لف ملفات التحكم في تيار الدوامة 6 وذلك لتداخل، في اتجاهات تمتد على طول محور المقرن 1، ملفات الاستثارة والكشف بينياً التي تم توفيرها حول السطح المحيطي الخارجي للمغناطيس الأول 2. تقوم ملفات التحكم في تيار الدوامة 6 باستثارة تيار الدوامة الذي يتدفق في اتجاه مقابل لاتجاه ما حيث يتدفق تيار دوامة تم استثارته عن طريق ملفات الاستثارة والكشف 5. حيث يتم توفير ملفات التحكم في تيار الدوامة 6، نطاق موصل مفرط، حيث تتم استثارته عن طريق ملفات

الاستثارة والكشف 5، يمكن إزاحتها عن طريق تيار دوامة تم استثارتها عن طريق ملفات التحكم في تيار الدوامة 6 وذلك للتدفق في الاتجاه المضاد. يجعل هذا من الممكن تقييد نطاق موصل مفرط من تيار الدوامة.

لاحظ أن شكل 1 يحذف (1) أسلاك توصيل لملفات الاستثارة والكشف 5 وملفات التحكم في تيار الدوامة 6 و(2) منافذ سحب أسلاك التوصيل.

شكل 3 عبارة عن مخطط دائرة يوضح قطاع كشف عن تدفق تيار الدوامة من مسبار الفحص 100. كما هو موضح في الشكل 3، يتم توصيل ملفي الاستثارة والكشف 5 (La, Lb)، ملفي التحكم في تيار الدوامة 6 (Lc, Ld)، وأربعة مقاومات متغيرة R1، R2، R3، وR4 بالتوازي بين مزود القدرة 13 وجهاز الكشف عن عيوب تيار الدوامة 12. يتم توصيل ملفات الكشف La وLb والمقاومات المتغيرة R1 وR2 بأطراف إدخال الإشارة من جهاز الكشف عن عيوب تيار الدوامة 12 بحيث تشكل ملفات الكشف La وLb والمقاومات المتغيرة R1 وR2 دائرة جسرية Wheatstone.

يتم توصيل طرف الخرج لجهاز الكشف عن عيوب تيار الدوامة 12، عن طريق سلك توصيل، بقطاع الكشف عن عيوب تيار الدوامة 30 تم وصفه لاحقاً.

يتم اجراء اختبار تيار الدوامة كما يلي: أولاً، يتم قياس الإعاقة ذات الصلة لملفات الاستثارة والكشف 5 وملفات التحكم في تيار الدوامة 6 عند تردد اختبار محدد (مثل، 100 كيلو هرتز) وفلطية محددة (مثل، 5 فولت). بعد ذلك، يتم ضبط مقاومات أجهزة المقاومة المتغيرة R1 وR2 عند معوقات يتم بالتالي قياسها. عند القيام بذلك، يتم قياس معوقات مجمعة من ملفات الاستثارة والكشف 5 والمقاومات المتغيرة R1 وR2 في توليفة، ويتم اجراء الكشف عن العيب بينما تتغير مقاومات أجهزة المقاومة المتغيرة R3 وR4 ليتم توصيلها لملفات التحكم في تيار الدوامة 6 حول المعاوقات المجمعة التي يتم بالتالي قياسها. وأخيراً، يتم اجراء الكشف عن العيب في ظل ظروف تكون فيها القابلية للكشف جيدة. يتم ضبط سرعة الكشف عن العيب باستخدام مسبار الفحص 100 حتى، على سبيل المثال، تقريباً 2 مم/ثانية إلى 50 مم/ثانية. في حالة ما حيث تكون كمية

أصغر من احتياجات الترقيق من المطلوب الكشف عنها بدقة، يتم ضبط السرعة حتى حوالي 2 مم/ثانية إلى 10 مم/ثانية.

كما هو موضح في الأشكال 1 و2، يتم توفير ثمانية عناصر Hall 11 عند فترات زمنية منتظمة إلى حد كبير على طول محيط المقرن 1 بالقرب من الجزء الطرفي من المغناطيس الثالث 4، حيث يوجد الجزء الطرفي بعيداً عن المغناطيس الأول 2). تمد كل من عناصر Hall 11، قطاع الكشف عن العيب في مقاومة التدفق المغناطيسي 40 الذي تم وصفه لاحقاً، قيمة فلطية (إشارة خرج) مناظرة للكثافة (الشدة) للتدفق المغناطيسي الذي يمر من خلال المغناطيس الثالث 4 وأنبوب مغناطيسي. على وجه الخصوص، كل من عناصر Hall 11، التي تم توفيرها على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها عن طريق المغناطيس الثالث 4 وأنبوب مغناطيسي P، (1) يكشف عن كثافة تدفق مغناطيسي يتدفق خلال الدائرة المغناطيسية وبعد ذلك (2) يمد، قطاع الكشف عن عيب مقاومة التدفق المغناطيسي 40، وإشارة خرج مناظرة لنتائج الكشف. باستخدام إشارة الخرج من كل من عناصر Hall 11، يقوم قطاع الكشف عن عيب مقاومة التدفق المغناطيسي 40 بصورة كمية عن الترقيق باستخدام مقاومة التدفق المغناطيسي التي تم وصفها لاحقاً. يحذف الشكل 1 أسلاك التوصيل من عناصر Hall 11 و(2) منافذ سحب أسلاك التوصيل.

وفقاً للنموذج الحالي، يتم توفير ثمانية عناصر Hall على طول محيط المقرن 1. على الرغم من ذلك، لا يعد عدد عناصر Hall 11 محدوداً بثمانية. وفقاً للنموذج الحالي، تعمل عناصر Hall باعتبارها مستشعر مغناطيسي. على الرغم من ذلك، لا يعد نوع المستشعر المغناطيسي مقيداً بأي نوع محدد، بشرط أنه من الممكن إخراج إشارة الخرج المناظرة لكثافة التدفق المغناطيسي. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يكون الموضع حيث يتم توفير عناصر Hall 11 عبارة عن أي موضع، بشرط أنه من الممكن قياس كثافة تدفق مغناطيسي الذي يمر من خلال المغناطيس الثالث 4 وأنبوب المغناطيس P. على سبيل المثال، يمكن توفير عناصر Hall 11 بحيث تواجه المغناطيس الثالث 4 بالنظر إلى محور مسبار الفحص 100 أو بالنظر إلى محيط مسبار الفحص 100. علاوة على ذلك، يمكن أن يكون الموضع الذي عنده يتم توفير عناصر Hall 11 حيث تكون عناصر Hall 11 عبارة عن (1) في تلامس مع المغناطيس الثالث 4 أو (2) متباعدة عن المغناطيس الثالث 4.

وفقاً للنموذج الحالي، يتم قياس كثافة التدفق المغناطيسي الذي يمر من خلال المغناطيس الثالث 4 وأنبوب مغناطيسي P باستخدام عناصر Hall 11. على الرغم من ذلك، لا يعد الاختراع الحالي مقيداً بهذا التصميم. على سبيل المثال، من الممكن أن يتم (1) توفير عناصر Hall 11 على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها بالمغناطيس الثاني 3 وأنبوب مغناطيسي P و(2) يتسبب في قيام عناصر Hall 11 بقياس كثافة التدفق المغناطيسي الذي يمر من خلال المغناطيس الثاني 3 والأنبوب المغناطيسي P. وبشكل بديل، من الممكن أيضاً أن (1) يتم توفير عناصر Hall 11 على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها باستخدام المغناطيس الثاني 3 وأنبوب مغناطيسي P وتوفير عناصر Hall أخرى 11 على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها باستخدام المغناطيس الثالث 4 والأنبوب المغناطيسي P و(2) يتسبب في جعل عناصر Hall 11 وعناصر Hall أخرى 11 تقوم بالترتيب بقياس كثافة التدفق المغناطيسي الذي يمر من خلال المغناطيس الثالث 4 والأنبوب المغناطيسي P وكثافة التدفق المغناطيسي الذي يمر من خلال المغناطيس الثاني 3 والأنبوب المغناطيسي P.

يتم توفير الأدلة 7 و8 عند أجزاء طرفية محورياً ذات صلة من مسبار الفحص 100. يتم صنع الأدلة 7 و8 من، على سبيل المثال، راتينج أسيتيل أو صلب مقاوم للصدأ. يتم تركيب الأدلة 7 و8 على المقرن 1 عن طريق هيكل ملولب.

يتم توفير منفذ مدخل هواء 9 من خلال أجزاء مركزية إلى حد كبير من المقرن 1، حيث توجد أجزاء مركزية إلى حد كبير عند أسطح طرفية محورياً ذات صلة من المقرن 1. يتم توفير مجموعة من منافذ نفث هوائية 10 بالقرب من الأجزاء الطرفية للمقرن 1 وذلك (1) لتكون متصلة بمنفذ مدخل الهواء 9 و(2) تمتد في الاتجاهات حيث تمتد أنصاف أقطار المقرن 1. يتسبب هذا في (1) إدخال الهواء من خلال منفذ إدخال الهواء 9 الذي تم توفيره من خلال كل من الأسطح الطرفية للمقرن 1 و(2) يتم نفثه من منافذ النفث الهوائية 10. عند الكشف عن عيب أنبوب مغناطيسي، من الصعب مسح (نقل) وتمركز مسبار فحص 100 نتيجة لمسبار الفحص 100 الذي تم إلحاقه بسطح داخلي لأنبوب مغناطيسي عن طريق مغناطيس ثابت قوي تم تركيبه على مسبار الفحص 100. على الرغم من ذلك، في حالة ما حيث يتم نفث الهواء من منافذ نفث الهواء 10 في اتجاه متعامد إلى حد كبير على سطح مضاد لأنبوب مغناطيسي حيث يواجه السطح المضاد مسبار الفحص 100، من الممكن أن يتم تقليل الإلحاق بالأنبوب لجعل من السهل مسح

مسبار الفحص 100. لاحظ أن منافذ نفث الهواء 10 لها حجم مسامي، على سبيل المثال، يصل إلى حوالي 2 مم φ، وحوالي 6 إلى 10 من منافذ نفث الهواء 10 يتم توفيرها على طول محيط المقرن 1 لتمتد من منفذ إدخال الهواء 9.

(1-2. نظرة عامة على مقاومة تدفق مغناطيسي)

شكل 16 عبارة عن منظر لوصف اختلاف بين تسرب تدفق مغناطيسي تقليدي magnetic flux leakage (MFL) ومقاومة التدفق المغناطيسي Magnetic Flux Resistance (MFR) المستخدم في النموذج الحالي.

وفقاً لتسرب التدفق المغناطيسي، كما هو موضح في الشكل 16، (1) تم توفير مغناطيس ثانٍ 3، مغناطيس أول 2، ومغناطيس ثالث 4 بهذا الترتيب لتشكيل مصفوفة Halbach، (2) تم توفير عنصر Hall 11ب على سطح مضاد للمغناطيس الأول 2، حيث يواجه السطح المضاد أنبوب مغناطيسي P، و(3) يكشف العنصر Hall 11ب أن تدفق مغناطيسي، يتدفق في الأنبوب المغناطيسي P، يتسرب للخارج عند جزء مرقق من الأنبوب المغناطيسي P. في هذه الحالة، يحدث تدفق التسريب فقد عند أجزاء حيث يكون شكل الأنبوب المغناطيسي متقطعاً، مثل، جزء طرفي مرقق، وكما هو موضح في الشكل 16، لا يحدث تدفق التسريب عند (1) أجزاء حيث ينشأ الترقيق على سطح كلي و(2) ينشأ الترقيق بصورة تدرجية. وبالتالي، وفقاً لتسريب التدفق المغناطيسي، ليس من الممكن الكشف عن الترقيق على السطح الكلي، أو الكشف عن جزء مرقق تدريجياً، أو تقييم الترقيق كمياً.

على العكس، وفقاً لمقاومة التدفق المغناطيسي، (1) يتم توفير عناصر Hall 11 على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها عن طريق (أ) مغناطيس (مثل، المغناطيس الثالث 4 تم استقطابه في اتجاهات مواجهه لأنبوب مغناطيسي P) تم توفيره عند جزء طرفي لمصفوفة Halbach (ب) أنبوب مغناطيسي P و(2) يتم قياس كثافة تدفق مغناطيسي يتدفق من خلال االمغناطيس والأنبوب المغناطيسي P. يجعل هذا من الممكن قياس كثافة تدفق مغناطيسي مباشرة التي تزيد/تقل اعتماداً على سمك الأنبوب المغناطيسي P. وبالتالي، وفقاً لمقاومة التدفق المغناطيسي، من الممكن (1)

الكشف عن الترقيق على سطح كلي وجزء مرقق تدريجياً و(2) وقياس عمق الترقيق بدقة وسمك الأنبوب المغناطيسي P.

(1-3. تصميم قطاع الحكم على الترقيق 20)

شكل 4 عبارة عن مخطط إطاري يوضح تصميم جهاز قياس ترقيق 200 وفقاً للنموذج الحالي.

شكل 5 عبارة عن منظر لوصف نظرة عامة لعملية الحكم على الترقيق وفقاً للنموذج الحالي.

كما هو موضح في الشكل 4، يتضمن جهاز قياس الترقيق 200 ملفات الاستثارة والكشف 5، عناصر Hall 11، وقطاع الحكم على الترقيق 20. يتضمن قطاع الحكم على الترقيق 20 لقطاع الكشف عن عيب تيار الدوامة 30 وقطاع الكشف عن عيب مقاومة التدفق المغناطيسي 40.

وفقاً للنموذج الحالي، كما هو موضح في الأشكال 4 و5، يتم اجراء اختبار تيار الدوامة باستخدام ملفات الاستثارة والكشف 5، وبعد ذلك، يحكم قطاع الكشف عن عيب تيار الدوامة 30، باستخدام إشارة الكشف التي تم الحصول عليها من اختبار تيار الدوامة، سواء نشأ الترقيق على سطح داخلي أو سطح خارجي من أنبوب مغناطيسي P. بالإضافة إلى ذلك، يتم الكشف عن كثافة تدفق مغناطيسي يتدفق من خلال المغناطيس الثالث 4 والأنبوب المغناطيسي P باستخدام عناصر Hall 11. بعد ذلك، باستخدام نتيجة الكشف عن طريق قطاع الكشف عن عيب تيار الدوامة 30 ونتيجة للحكم على سطح مرقق، يقوم قطاع الكشف عن عيب مقاومة التدفق المغناطيسي 40 بتقييم ترقيق الأنبوب المغناطيسي P كمياً. وفقاً للنموذج الحالي، يشير السطح الداخلي للأنبوب المغناطيسي P إلى سطح أمامي يكون عبارة عن سطح مضاد مواجه لمسبار الفحص 100، ويشير السطح الخارجي إلى سطح خلفي مقابل للسطح المضاد.

كما هو موضح في الشكل 4، يتضمن قطاع الكشف عن عيب تيار الدوامة 30 قطاع كشف أول 31، قطاع تخزين أول 32، وقطاع حساب تدفق تيار الدوامة 33. يتضمن قطاع حساب تدفق تيار الدوامة 33 قطاع تحديد موضع تم الكشف عنه 34 وقطاع الحكم على سطح مرقق 35.

يتضمن قطاع الكشف عن عيب مقاومة التدفق المغناطيسي 40 قطاع كشف ثانٍ 41، قطاع تخزين ثانٍ 42، وقطاع حساب مقاومة تدفق مغناطيسي 43. يتضمن قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي 43 قطاع تحديد موضع تم الكشف عنه 44، قطاع حساب نسبة قصور قطاع

عرضي 45، قطاع حساب متغير الشكل 46، قطاع حساب نطاق مرقق 47، وقطاع حساب عمق مرقق 48.

يحصل قطاع الكشف الأول 31 على إشارة الكشف التي تم توفيرها من ملفات الاستثارة والكشف عن طريق جهاز الكشف عن عيب التيار عن طريق جهاز الكشف عن عيب تيار الدوامة 12. بعد ذلك، يتحكم قطاع الكشف الأول 31 في قطاع التخزين الأول 32 لتخزين إشارة الكشف والزمن الذي تم الكشف عنه (التوقيت الذي تم الكشف عنه) حيث تم الحصول عنده على إشارة الكشف بحيث تكون إشارة الكشف والزمن الذي تم الكشف عنه مصاحباً لبعضها البعض.

يحصل قطاع الكشف الثاني 41 على قيم فلطية للخرج ذات صلة من العناصر Hall 11، وبعد ذلك يتحكم في قطاع التخزين الثاني 42 لتخزين قيم فلطية الخرج وأزمنة تم الكشف عنها مناظرة (توقيتات تم الكشف عنها) بحيث تكون قيم فلطية الخرج والأزمنة التي تم الكشف عنها المناظرة مصاحبة لبعضها البعض.

على وجه التحديد، لا تعد تصميمات قطاع التخزين الأول 32 وقطاع التخزين الثاني 42 مقيداً. تشمل أمثلة من كل من قطاع التخزين الأول 32 وقطاع التخزين الثاني 42 وسط تخزين مثل، (1) شرائط مثل، شريط مغناطيسي وشريط كاسيت، (2) أقراص تتضمن أقراص مغناطيسية مثل، قرص مرن [علامة تجارية مسجلة] وقرص صلب وأقراص ضوئية مثل، اقراص مضغوطة للقراءة فقط Compact Disc read-only-memory (CD-ROMS) ، القرص المتعدد الاستخدامات الرقمية Digital Versatile Disc (DVDs) ، (3) البطاقات مثل بطاقة IC card (بما في ذلك، بطاقة الذاكرة) وبطاقة ضوئية، و(4) ذاكرات نصف موصلة مثل، ذاكرة القراءة فقط Read Only Memory (ROM) محجوبة، ذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة كهربيًا Electrical Programmable Read Only Memory (EPROM)، ذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة والمسح إلكترونيًا Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROMs)

(علامة تجارية مسجلة)، و ضوئية flash .

على أساس إشارات الكشف التي تم توفيرها من ملفات الاستثارة والكشف 5 وتخزينها في قطاع التخزين الأول 32 وعلى الأزمنة التي تم الكشف عنها المناظرة وعلى أساس قيم فلطية الخرج التي تم توفيرها من عناصر Hall 11 وتخزينها في قطاع التخزين الثاني 42 وعلى الأزمنة التي تم الكشف عنها المناظرة، وقطاع تحديد موضع تم الكشف عنه 34 وقطاع تحديد موضع تم الكشف عنه 44 مصاحبين مع بعضهما البعض: (1) مواضع تم الكشف عنها للأنبوب المغناطيسي P، حيث تناظر المواضع التي تم الكشف عنها إشارات الكشف من ملفات الاستثارة والكشف 5 و(2) مواضع تم الكشف عنها للأنبوب المغناطيسي P، حيث تناظر المواضع التي تم الكشف عنها قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11.

على أساس إشارات الكشف من ملفات الاستثارة والكشف 5، يحكم قطاع الحكم على السطح المرقق 35 ما إذا كان الترقيق الموجود في الأنبوب المغناطيسي المراد فحصه عبارة عن ترقيق سطح داخلي أو ترقيق سطح خارجي.

على أساس صيغة حساب نسبة قصور قطاع عرضي (تم وصفها لاحقاً)، يحسب قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي 45 نسبة قصور قطاع عرضي عند مواضع الأنبوب المغناطيسي على طول محور الأنبوب المغناطيسي. يشير التعبير "نسبة قصور القطاع العرضي" إلى نسبة مساحة جزء ناقص إلى مساحة جزء كامل من قطاع عرضي متعامد على محور الأنبوب المغناطيسي. يشير التعبير "مساحة قطاعية عرضية من قطاع عرضي ناقص" إلى مساحة قطاعية عرضية تم تقليلها عن طريق الترقيق. وفقاً للنموذج الحالي، يتم استخدام صيغ حساب نسبة قصور قطاع عرضي مختلفة، اعتماداً على ما إذا كان الترقيق لسطح داخلي أو لسطح خارجي (تم وصفه لاحقاً).

اعتماداً على قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11، يحسب قطاع حساب متغير الشكل 46 متغيرات الشكل. وفقاً للنموذج الحالي، وتعد متغيرات الشكل المحسوبة عن طريق قطاع حساب متغير الشكل 46 عبارة عن (1) Vmax التي تمثل أقصى قيمة من قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11 و(2) Vall التي تمثل قيمة مجمعة تم الحصول عليها عن طريق جمع القيم التي تم الحصول عليها حيث تقيس (تقسم)، في Vmax، كل من قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11.

اعتماداً على قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11، يحسب قطاع حساب النطاق المرقق 47 نطاق مرقق من الأنبوب المغناطيسي.

اعتماداً على نسبة قصور القطاع العرضي المحسوبة في قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي 45 وعلى النطاق المرقق المحسوب في قطاع حساب النطاق المرقق 47، يحسب قطاع حساب عمق الترقيق 48 عمق الترقيق في اتجاهات نصف قطرية للأنبوب المغناطيسي.

لاحظ أن قطاع حساب تدفق تيار الدوامة 33 وقطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي 43 يمكن أن تمثل كل دائرة متكاملة (منطق جهاز) مثل دائرة متكاملة محددة التطبيق application specific integrated circuit (ASIC)، أو يمكن أن تمثل كل ما تم تحقيقه باستخدام برنامج تنفيذ عن طريق جهاز الكمبيوتر، حيث يتضمن جهاز الكمبيوتر معالج، مثل، وحدة المعالجة المركزية central processing unit (CPU)

. وبشكل بديل، يمكن تحقيق كل من قطاع حساب تدفق تيار الدوامة 33 وقطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي 43 عن طريق اتحاد مثل هذه الدائرة المتكاملة وتنفيذ برنامج لجهاز كمبيوتر.

علاوة على ذلك، يمكن تضمين قطاع حساب تدفق تيار الدوامة 33 وقطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي 43 في مبيت حيث يتم تضمين قطاع الكشف الأول 31، قطاع التخزين الأول 32، قطاع الكشف الثاني 41، وقطاع التخزين الثاني 42، أو يمكن توفيرها بشكل منفصل عن قطاع الكشف الأول 31، قطاع التخزين الأول 32، قطاع الكشف الثاني 41، وقطاع التخزين الثاني 42. في الحالة الأخيرة، يحصل قطاع حساب تدفق تيار الدوامة 33 وقطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي 43 (1) على أجزاء ذات صلة من المعلومات، التي تم تخزينها في قطاع التخزين الأول 32 وقطاع التخزين الثاني 42، على الترتيب، عن طريق، على سبيل المثال، اتصالات سلكية، اتصالات لاسلكية، أو وسط تخزين يمكن إلحاقه وفصله وبعد ذلك (2) اجراء عمليات حسابية ذات صلة.

(1-4. عملية فحص الترقيق)

شكل 6 عبارة عن مخطط سير العمليات يوضح تدفق عملية فحص الترقيق وفقاً للنموذج الحالي.

أولاً، يتم إدخال مسبار الفحص 100 في أنبوب مغناطيسي المراد فحصه، ويتم اجراء القياس باستخدام ملفات الاستثارة والكشف 5 والعناصر Hall 11 بينما يتم نقل مسبار الفحص 100 محورياً في الأنبوب المغناطيسي magnetic pipe (S1).

على وجه الخصوص، يحصل قطاع الكشف الأول 31 على (1) إشارات الكشف التي تم توفيرها من ملفات الاستثارة والكشف 5 عن طريق جهاز الكشف عن عيب تيار الدوامة 12 و(2) الأزمنة التي تم الكشف عنها التي عنده يتم الحصول على إشارات الكشف ذات الصلة. بعد ذلك، يتحكم قطاع الكشف الأول 31 في قطاع التخزين الأول 32 لتخزين إشارات الكشف والأزمنة التي تم الكشف عنها بحيث تكون إشارات الكشف والأزمنة التي تم الكشف عنها المناظرة مصاحبة لبعضها البعض. بالإضافة إلى ذلك، يحصل قطاع الكشف الثاني 41 على (1) قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11 و(2) الأزمنة التي تم الكشف عنها والتي تم الحصول عليها عند قيم فلطية الخرج ذات الصلة. بعد ذلك، يتحكم قطاع الكشف الثاني 41 في قطاع التخزين الثاني 42 لتخزين قيم فلطية الخرج والأزمنة التي تم الكشف عنها بحيث تكون قيم فلطية الخرج والأزمنة التي تم الكشف عنها المناظرة مصاحبة لبعضها البعض.

لاحظ أن الطريقة التي يتم بها نقل مسبار الفحص 100 في أنبوب مغناطيسي تعد غير مقيدة بأي طريقة محددة. على سبيل المثال، يمكن نقل مسبار الفحص 100 عن طريق (1) سحب مسبار الفحص 100 باستخدام سلك أو ما شابه تم توصيله بمسبار الفحص 100 أو (2) دفع مسبار الفحص 100 باستخدام عضو على شكل قضيب. وبشكل بديل، يمكن نقل مسبار الفحص 100 بنفسه باستخدام قطاع الإدارة الذي تم توفيره على مسبار الفحص 100.

بعد ذلك، اعتماداً على المعلومات المخزنة في قطاع التخزين الأول 32، يصاحب قطاعات تحديد الموضع الذي تم الكشف عنه 34 و44 ما يلي مع بعضها البعض: (1) المواضع التي تم الكشف عنها (مواضع على طول الاتجاه المحوري من الأنبوب المغناطيسي) المناظر لإشارات الكشف من ملفات الاستثارة والكشف 5 و(2) مواضع تم الكشف عنها (مواضع على طول الاتجاه المحور للأنبوب المغناطيسي) المناظر لقيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11 (S2).

بعد ذلك، يستخلص قطاع الحكم على السطح المرقق 35، باعتباره موضع تم الكشف عنه مستهدف، واحد من المواضع التي تم الكشف عنها المصاحبة في الخطوة S2 (S3)، وبعد ذلك إجراء عملية حكم على سطح مرقق بالنظر إلى الموضع الذي تم الكشف عنه المستهدف (أي، عملية للحكم على ما إذا كان الترقيق عند الموضع الذي تم الكشف عنه المستهدف عبارة عن ترقيق سطح خارجي أو ترقيق سطح داخلي) (S4). بهذه الطريقة، وفقاً للنموذج الحالي، (1) في حالة ما حيث يكون الترقيق عبارة عن ترقيق سطح خارجي، يتم اجراء تقييم كمي للترقيق (حساب نسبة قصور القطاع العرضي، نطاق مرقق، وعمق الترقيق) باستخدام لوغاريتم التقييم (S5 خلال S11) المقصود لترقيق السطح الخارجي و(2) في حالة ما حيث يكون الترقيق عبارة عن ترقيق سطح داخلي، يتم اجراء التقييم الكمي للترقيق باستخدام لوغاريتم التقييم (S12 خلال S15) المقصود لترقيق السطح الداخلي.

وفقاً لنتائج قياس اختبار تيار الدوامة للمغناطيسية، تتباين زاوية الطور لقيمة فلطية الخرج بصورة كبيرة، اعتماداً على ما إذا كان الترقيق موجوداً على جانب السطح الداخلي من أنبوب مغناطيسي أو إذا كان الترقيق موجوداً على جانب السطح الخارجي للأنبوب المغناطيسي. على وجه الخصوص، وفقاً لاختبار تيار الدوامة للمغناطيسية، رسم بياني، حيث يمثل المحور X والمحور Y على الترتيب سعة الفلطية للاتجاه X وسعة الفلطية للاتجاه Y، يتضح أن (1) في حالة ما حيث يكون الترقيق موجوداً على جانب السطح الداخلي، تميل نتائج الكشف إلى أن تقع في الربع الأول و(2) في حالة ما حيث يكون الترقيق موجوداً على سطح خارجي، تميل نتائج الكشف أن تقع في ربع ثالث. وبالتالي، عن طريق استخدام اختبار تيار الدوامة للمغناطيسية، من الممكن أن يتم الحكم بسهولة على ما إذا كان الترقيق موجوداً على جانب السطح الداخلي لأنبوب مغناطيسي أو يكون موجوداً على جانب السطح الخارجي للأنبوب المغناطيسي.

وفقاً للنموذج الحالي، يتم الحكم على السطح المرقق (سواء كان الترقيق موجوداً على جانب السطح الخارجي لأنبوب مغناطيسي أو موجوداً على جانب السطح الداخلي للأنبوب المغناطيسي) باستخدام اختبار تيار الدوامة للمغناطيسية. يجعل هذا من الممكن الحكم على سطح مرقق في الزمن الفعلي عن طريق، باستخدام مسبار الفحص 100، الحصول في نفس الوقت على (1) بيانات القياس باستخدام مقاومة التدفق المغناطيسي و(2) بيانات القياس عن طريق اختبار تيار

الدوامة للمغناطيسية. في حالة ما حيث، على سبيل المثال، يكون هناك كل من ترقيق السطح الداخلي وترقيق السطح الخارجي، من المميز على وجه التحديد الحكم على الأسطح التي تم ترقيقها باستخدام اختبار تيار الدوامة للمغناطيسية. لاحظ أن، على الرغم من ذلك، طريقة الحكم على سطح تم ترقيقه غير مقيدة باختبار تيار الدوامة للمغناطيسية، ويمكن الحكم على سطح تم ترقيقه باستخدام طرق حكم أخرى. وبشكل بديل، يمكن أن يحكم مستخدم على سطح تم ترقيقه في حالة ما حيث يكون من الممكن تحديد السطح الذي تم ترقيقه عن طريق، على سبيل المثال، (1) وسط حيث يتم استخدام أنبوب مغناطيسي المراد فحصه و/أو (2) نتائج الفحص البصري.

بعد ذلك، اعتماداً على نتائج الحكم باستخدام قطاع الحكم على السطح الذي تم ترقيقه 35، يحكم قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي 45 على ما إذا كان الترقيق عند موضع تم الكشف عنه المستهدف عبارة عن ترقيق سطح خارجي (S5) أم لا.

في حالة ما حيث يتم الحكم في الخطوة S5 أن الترقيق يكون عبارة عن ترقيق سطح خارجي، ويحسب قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي 45 نسبة قصور القطاع العرضي Cout وفقاً لصيغة حساب نسبة القصور في القطاع العرضي لترقيق السطح الخارجي (S6).

لاحظ أن صيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي لترقيق السطح الخارجي وصيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي يتم ضبطها مقدماً، اعتماداً على نتائج القياس، عن طريق مقاومة تدفق مغناطيسي باستخدام مسبار فحص 100، أجزاء اختبار (أنابيب مغناطيسية للاختبار) لكل منها مجموعة من أنواع الترقيق.

(أ) من الشكل 7 عبارة عن منظر لوصف مثالاً لأجزاء اختبار لها مجموعة من أجزاء ترقيق السطح الخارجي. (ب) من الشكل 7 عبارة عن منظر لوصف أمثلة لأجزاء اختبار لها مجموعة من أجزاء ترقيق السطح الداخلي.

كما هو موضح في (أ) من الشكل 7، يكون لجزء الاختبار، الذي له ترقيق السطح الخارجي وتم استخدامه، 9 أنواع من الترقيق في أنبوب STB الذي له قطر خارجي يصل إلى 25.4 مم وسمك يصل إلى 2.0 مم، و9 أنواع من الترقيق تختلف من حيث النطاق الذي تم ترقيقه ومعدل الترقيق. الأمر الذي يعني أن 9 أنواع من الترقيق [نطاق تم ترقيقه، ومعدل الترقيق] من جزء الاختبار تمثل

[45 درجة، 25٪]، [45 درجة، 50٪]، [45 درجة، 75٪]، [90 درجة، 25٪]، [90 درجة، 50٪]، [90 درجة، 75٪]، [135 درجة، 25٪]، [135 درجة، 50٪]، [135 درجة، 75٪]. على سبيل المثال، يشير النطاق الذي تم ترقيقه الذي يبلغ 360 درجة إلى أن الترقيق ينشأ خلال محيط كلي للأنبوب المغناطيسي P. لاحظ أن "معدل الترقيق" وفقاً للنموذج الحالي يكون عبارة عن قيمة نسبة السمك لأنبوب مغناطيسي P التي لم تتأثر بعمق جزء تم ترقيقه يمتد في اتجاهات حيث يواجه الأنبوب المغناطيسي P والمغناطيس الأول 2 بعضها البعض. على سبيل المثال، في حالة ما حيث يصل معدل الترقيق لأنبوب مغناطيسي P إلى 75٪، يبلغ سمك الأنبوب المغناطيسي P 4/1 من ذلك السمك للأنبوب المغناطيسي P الذي يعد غير متأثراً. لاحظ أيضاً أن كل من أجزاء الترقيق لها عرض يبلغ 5 مم، حيث يمتد العرض على طول محور الأنبوب المغناطيسي.

كما هو موضح في (ب) من الشكل 7، تمثل أجزاء الاختبار التي لها ترقيق سطح داخلي: (1) جزء اختبار له، في أنبوب STB له قطر خارجي يبلغ 25.4 مم وسمك 2.0 مم، (أ) ترقيق على صورة ثقب مسطح القاع وله قطر يبلغ 5 مم ومعدل ترقيق يبلغ 25٪ و(ب) ترقيق لها على صورة ثقب مسطح القاع وله قطر يبلغ 5 مم ومعدل ترقيق يبلغ 50٪ و(2) جزء اختبار له، في أنبوب STB له قطر خارجي يصل إلى 25.4 مم وسمك يصل إلى 2.0 مم، (أ) ترقيق له نطاق تم ترقيق يبلغ 90 درجة، معدل ترقيق يبلغ 25٪، وعرض يبلغ 5 مم يمتد على طول محور الأنبوب المغناطيسي و(ب) سمك له نطاق تم ترقيقه يبلغ 90 درجة، معدل ترقيق يبلغ 50٪، وعرض يبلغ 5 مم يمتد على طول محور الأنبوب المغناطيسي.

(ج) من الشكل 7 عبارة عن رسم بياني يوضح العلاقة بين (1) نتائج قياس، عن طريق مقاومة تدفق مغناطيسي، أجزاء الاختبار الموضحة في (أ) و(ب) من الشكل 7 (أي، قيمة مجمعة لمجموع V– (V) تم الحصول عليها عن طريق جمع قيم فلطية الخرج من عناصر Hall ذات الصلة 11) و(2) قيم مناظرة لنسب قصور القطاع العرضي لترقيق أجزاء الاختبار ذات الصلة (أي، نسب قصور القطاع العرضي المحسوبة على أساس القيم الفعلية). تم قياس القيم الفعلية باستخدام مقياس سمك بالموجات فوق الصوتية أو طريقة قياس سمك بالموجات فوق الصوتية دائرية بالغمر. لاحظ أن هذا الرسم البياني يخطط أيضاً نتائج قياس (1) ترقيق تجويف محيطي كامل على السطح

الخارجي (ترقيق تجويف محيطي لسطح خارجي) و(2) ترقيق تجويف محيطي كامل على السطح الداخلي (ترقيق تجويف محيطي لسطح داخلي).

كما هو موضح في (ج) من الشكل 7، في كل من الحالتين للترقيق المحلي وترقيق التجويف المحيطي الكامل، هناك ارتباطات كبرة للغاية بين القيم المجمعة للمجموع – V لقيم فلطية الخرج من عناصر Hall 11 ونسب قصور القطاع العرضي المناظرة، بحيث يمكن تقريب العلاقات باستخدام دالة خطية.

وبالتالي، وفقاً للنموذج الحالي، يتم حساب صيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي لحساب نسبة قصور قطاع عرضي من مجموع – V مقدماً اعتماداً على العلاقات بين (1) مجموع– V على أساس نتائج قياس أجزاء اختبار تم تحضيرها مقدماً و(2) نسب قصور القطاع العرضي الفعلي.

لاحظ أنه كما هو موضح في (ج) من الشكل 7، يوضح الرسم البياني لمجموع –V ونسب قصور القطاع العرضي أنه على الرغم من أن صيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي لترقيق السطح الخارجي وصيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي لترقيق السطح الداخلي ينتج عنها منحنيات متطابقة إلى حد كبير، قيمة الجزء المحصور وفقاً لصيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي لترقيق السطح الداخلي أصغر. على وجه الخصوص، بينما تم تقديم صيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي لحساب نسبة قصور القطاع العرضي Cout لترقيق السطح الخارجي بـ "a=Cout × مجموع – V"، يتم تمثيل صيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي لحساب نسبة قصور القطاع العرضي Cin لترقيق السطح الداخلي بـ "a =Cin × مجموع– V –b". لاحظ أنه تم تحديد القيم ذات الصلة a وb، قبل عملية فحص الترقيق لأنبوب مغناطيسي المراد قياسه، عن طريق قياس جزء اختبار تم تحضيره مقدماً وفقاً لمادة، حجم، وما شابه لأنبوب مغناطيسي المراد قياسه.

بعد حساب نسبة قصور القطاع العرضي Cout لترقيق السطح الخارجي في الخطوة S6، يحسب قطاع حساب متغير الشكل 46 متغيرات شكل محددة على أساس قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11 (S7).

وفقاً للنموذج الحالي، تعد متغيرات الشكل المراد حسابها عبارة عن (1) Vmax تمثل أقصى قيمة لقيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11 و(2) Vall التي تمثل قيمة مجمعة تم الحصول عليها عن طريق جمع القيم التي تم الحصول عليها والتي تقيس، عن طريق Vmax، كل من قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11.

شكل 8 عبارة عن منظر لوصف مثال لقيم فلطية الخرج من ثمانية من عناصر Hall 11 (ch1 إلى ch8) في حالة ما حيث يتم اجراء الكشف عن العيب للترقيق خلال سطح كلي وللترقيق المحلي. كما هو موضح في الشكل 8، في حالة الترقيق على السطح الكلي حيث تكون قيم فلطية الخرج من جميع العناصر Hall 11 متطابقة إلى حد كبير، ويتم توزيع قيم فلطية الخرج لتشكيل مستطيل. على الجانب الآخر، في حالة الترقيق المحلي، تصبح قيمة فلطية الخرج للعنصر Hall 11 التي تم توفيرها مباشرةً تحت جزء ما حيث ينشأ الترقيق المحلي لها أعلى قيمة. في هذه الحالة، يتم توزيع قيم فلطية الخرج وذلك لتشكيل شكل يشبه الجبل حيث تكون قيم فلطية الخرج البعيدة عن قيمة فلطية الخرج القصوى أقل.

بعد ذلك، يحكم قطاع حساب النطاق الذي تم ترقيقه 47 سواء يمكن حساب نطاق تم ترقيقه باستخدام طريقة حساب أولى محددة حيث يتم استخدام متغيرات الشكل (Vmax، Vall) المحسوبة عن طريق قطاع حساب متغير الشكل 46 (S8) أم لا. لاحظ أن طريقة الحكم في الخطوة S8 سيتم وصفها لاحقاً.

في حالة ما حيث يتم الحكم في الخطوة S8 أن النطاق الذي تم ترقيقه يمكن حسابه باستخدام طريقة الحساب الأولى، يقوم قطاع حساب النطاق الذي تم ترقيقه 47 بحساب نطاق تم ترقيقه باستخدام طريقة الحساب الأولى (S9). في حالة ما حيث يتم الحكم أن النطاق الذي تم ترقيقه لا يمكن حسابه باستخدام طريقة الحساب الأولى، يقوم قطاع حساب النطاق الذي تم ترقيقه 47 بحساب نطاق تم ترقيقه باستخدام طريقة حساب ثانية محددة (S10).

شكل 9 عبارة عن رسم بياني يخطط Vall وVmax على طول محور أفقي ومحور رأسي، بالترتيب، حيث يتم حساب Vall وVmax على أساس نتائج الكشف عن عيب (1) جزء الاختبار الذي تم وصفه أعلاه والذي له ترقيق سطح خارجي (انظر (أ) من الشكل 7) و(2) جزء الاختبار

الذي تم وصفه أعلاه له ترقيق سطح داخلي (انظر (ب) من الشكل 7). شكل 10 عبارة عن رسم بياني حيث يتم استخلاص البيانات، لجميع أجزاء البيانات الموضحة في الشكل 9، التي تتعلق بجزء الاختبار الذي له ترقيق سطح خارجي.

كما هو موضح في الأشكال 9 و10، في حالة ما حيث Vall عبارة عن قيمة محددة (مثل، 3 فولت) أو أكثر، وتكون قيم فلطية الخرج في حالة ترقيق السطح الخارجي، في الرسم البياني الذي يخطط لـ Vall وVmax، موزعة بوضوح بحيث تناظر نطاق تم ترقيقه على طول المحيط. وبالتالي، (1) يتم حساب الدوالي (البيانات لحساب نطاق تم ترقيقه)، التي توضح الارتباطات بين Vall وVmax لنطاقات تم ترقيقها ذات صلة، وفقاً لنتائج الكشف عن عيب لأجزاء الاختبار التي لها ترقيق سطح خارجي و(2) حساب الاستيفاء باستخدام الدوالي التي تم اجراؤها. يجعل هذا من الممكن حساب نطاق تم ترقيقه مناظر لـ Vall وVmax التي تم الحصول عليها عن طريق الكشف عن عيب أنبوب مغناطيسي المراد فحصه. في النموذج الحالي، تتم الإشارة إلى طريقة الحساب هذه باعتبارها "طريقة حساب أولى".

على وجه الخصوص، في طريقة الحساب الأولى، يتم حساب الخطوط المستقيمة التالية مقدماً وفقاً لنتائج الكشف عن عيب في أجزاء الاختبار له ترقيق السطح الخارجي: (1) خط مستقيم L45 مشيراً للارتباط بين Vall وVmax في حالة ما حيث يصل نطاق تم ترقيقه إلى 45 درجة، (2) خط مستقيم L90 مشيراً إلى الارتباط بين Vall وVmax في حالة ما حيث يصل نطاق تم ترقيقه إلى 90 درجة، و(3) خط مستقيم L135 مشيراً إلى الارتباط بين Vall وVmax في حالة ما حيث يصل نطاق تم ترقيقه إلى 135 درجة.

بعد ذلك، يتم حساب التقاطعات، بين (1) Vmax التي تم الحصول عليها عن طريق الكشف عن العيب في الأنبوب المغناطيسي المراد فحصه و(2) الخطوط المستقيمة L45، وL90، وL135. بعد ذلك، يتم حساب الاختلافات بين نقطة مناظرة لـ Vall التي تم الحصول عليها عن طريق الكشف عن العيب في الأنبوب المغناطيسي المراد فحصه والتقاطعات ذات الصلة. بعد ذلك، يتم حساب نطاق تم ترقيقه وفقاً لنسبة ما بين الاختلافات.

على سبيل المثال، في حالة ما حيث تكون القيم Vmax و Vall للترقيق المحلي للسطح الخارجي 0.15 فولت و3.8، بالترتيب، يتم حساب القيم a و b، التي تكون على الخطوط المستقيمة L90 و L135، بالترتيب، والتي تناظر Vmax = 0.15 (انظر شكل 10). بعد ذلك، يتم حساب نطاق تم ترقيقه وفقاً لنسبة ما بين (ب- 3.8) و(3.8-أ). على سبيل المثال، في حالة ما حيث يكون نطاق تم ترقيقه للترقيق المراد فحصه عبارة عن X، يتم حساب نطاق تم ترقيقه X وفقاً للعلاقة "(X-135):(X-90)=(ب-3.8):(3.8-أ)".في هذه الحالة، يتم حساب النطاق الذي تم ترقيقه باعتبارها تقريباً 100 درجة حيث Vmax = 0.15 فولت و Vall = 3.8.

على الجانب الآخر، حتى في حالة ترقيق السطح الخارجي، لا يمكن حساب نطاق تم ترقيقه باستخدام طريقة الحساب الأولى إذا كان الترقيق عبارة عن ترقيق محلي له نطاق تم ترقيقه ضيق مثل، حالة الترقيق حيث يمكن الكشف عن التغيير في التدفق المغناطيسي فقط باستخدام واحد من ثمانية عناصر Hall 11. هذا لأن، في هذه الحالة، تقع قيم Vall خارج خريطة التقييم (مثل، الرسم البياني من الشكل 10).

في حالة ترقيق السطح الداخلي، كما هو موضح في الشكل 9، من الملاحظ أن Vall و Vmax أصغر وأكبر، بالترتيب. منه في حالة ترقيق السطح الخارجي. على الرغم من ذلك، بخلاف حالة ترقيق السطح الخارجي، لم يتم الحصول على توزيع واضح وفقاً لنطاق تم ترقيقه على طول المحيط. من المفترض أن يكون هذا بسبب الظاهرة التالية: يصبح الحيز بين عناصر Hall 11 والأنبوب المغناطيسي كبير بصورة مباشرة بموجب ترقيق السطح الداخلي، وبالتالي، يزيد من المقاومة المغناطيسية الواضحة ليتسبب في الزيادة في إشارة الخرج Vmax. بعد ذلك، عند قياس قيم فلطية الخرج عن طريق Vmax، تصبح قيم فلطية الخرج صغيرة بصورة منتظمة.

وبالتالي، وفقاً للنموذج الحالي، يقوم قطاع حساب النطاق الذي تم ترقيقه 47 بحساب نطاق تم ترقيقه بدون استخدام طريقة الحساب الأولى ولكن باستخدام طريقة الحساب الثانية في حالة ما حيث (1) يكون الترقيق عبارة عن ترقيق السطح الخارجي وتكون قيمة Vall أقل من قيمة محددة (مثل، 3) أو (2) يكون الترقيق عبارة عن ترقيق سطح داخلي. على وجه الخصوص، في حالة ما لترقيق السطح الخارجي، يحكم قطاع حساب النطاق المرقق 47 ما إذا كانت قيمة Vall عبارة عن قيمة محددة أو أكثر في الخطوة S8 أم لا. في حالة ما حيث تكون قيمة Vall عبارة عن القيمة

المحددة أو أكثر، يقوم قطاع حساب النطاق المرقق 47 بحساب النطاق المرقق باستخدام طريقة الحساب الأولى في الخطوة S9. في حالة ما حيث تكون قيمة Vall أقل من القيمة المحددة، يقوم قطاع حساب النطاق المرقق 47 بحساب نطاق مرقق باستخدام طريقة الحساب الثانية في الخطوة S10. في حالة ترقيق السطح الداخلي، يقوم قطاع حساب النطاق المرقق 47 بحساب نطاق مرقق باستخدام طريقة الحساب الثانية في الخطوة S14 التي تم وصفها لاحقاً.

شكل 11 عبارة عن منظر لوصف طريقة حساب لحساب نطاق تم ترقيقه باستخدام طريقة الحساب الثانية.

في طريقة الحساب الثانية، يتم أولاً استخلاص أحد أجزاء الترقيق التي تم تشكيلها على جزء اختبار كترقيق مرجعي. وفقاً للنموذج الحالي، في حالة ما حيث يكون ترقيق السطح الخارجي من المراد قياسه، يكون للترقيق نطاق مرقق يصل إلى 45 درجة ويكون معدل ترقيق الذي يصل إلى 25٪ عبارة عن ترقيق مرجعي. في حالة ما حيث يكون ترقيق السطح الداخلي من المراد قياسه، يكون الترقيق الذي له نطاق ترقيق يصل إلى 90 درجة ومعدل ترقيق يصل إلى 50٪ (أي، ترقيق على شكل قوس) عبارة عن ترقيق مرجعي. لاحظ أن الترقيق المرجعي يمكن اختياره باعتباره ملائماً من أجزاء ترقيق من جزء اختبار، وفقاً لنتائج تجربة التحقق التي تم اجراؤها مقدماً.

بعد ذلك، في صورة مرجعية (انظر شكل 11) التي تمثل صورة شكل من الترقيق المرجعي (أي، صورة حيث يتم الحصول على قيم عن طريق قياس، في Vmax، يتم توصيل قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11)، يتم ضبط متوسط قيمة من قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11، التي تم توفيرها لتتداخل بينياً في العنصر Hall 11 حيث تم الكشف عن Vmax، كقيمة مرجعية. بعد ذلك، يتم حساب المسافة L1، التي تمثل المسافة بين نقطتين متناظرتين مع القيمة المرجعية في الصورة المرجعية.

بالإضافة إلى ذلك، يتم حساب مسافة L2، التي تمثل مسافة ما بين نقطتين متناظرتين مع القيمة المرجعية في صورة شكل تم الحصول عليه على أساس نتائج الكشف عن العيب لأنبوب مغناطيسي المراد فحصه. لاحظ أن، في حالة ما حيث يكون عرض L2 لصورة الشكل التي تم الحصول عليها على أساس نتائج الكشف عن العيب في الأنبوب المغناطيسي أضيق من عرض

L1 لصورة الشكل (L1> L2)، يتم الحصول على صورة مرئية حيث يتم توصيل نقطة مناظرة لـ Vmax = 1، عن طريق خط مستقيم أو خط منحني، لنقاط مناظرة لقيم تم الحصول عليها عن طريق قياس، في Vmax، فلطيات الخرج من العناصر Hall 11 المتداخلة بينياً مع العنصر Hall 11 حيث تم الكشف عن Vmax منها. بعد ذلك، يمكن حساب مسافة ما بين نقطتين متناظرتين مع القيمة المرجعية في الصورة المرئية كمسافة L2.

وبالتالي، يتم حساب قيمة تم الحصول عليها عن طريق ضرب، في L2/L1، نطاق مرقق تم الحصول عليه من الصورة المرجعية (45 درجة وفقاً للنموذج الحالي) باعتباره نطاق مرقق من الأنبوب المغناطيسي المراد فحصه.

بعد ذلك، بعد حساب النطاق المرقق في الخطوة S9 أو الخطوة S10، يقوم قطاع حساب عمق الترقيق 48 بحساب عمق الترقيق على أساس نسبة قصور الترقيق ونطاق مرقق (S11).

لاحظ أن عمق الترقيق d في حالة ترقيق السطح الخارجي يمكن حسابه من

$$d=r-\{r2-S\cdot 360/(\pi\cdot\theta)\}1/2$$

حيث (1) r عبارة عن نصف قطر (مم) من القطر الخارجي للأنبوب المغناطيسي المراد فحصه، (2) t عبارة عن السمك (مم) من جزء ما يكون سليماً، (3) S عبارة عن نسبة قصور الترقيق (٪)، و(4) θ عبارة عن نطاق مرقق (درجة).

في حالة ما حيث يتم الحكم عليه في الخطوة S5 أن الترقيق لا يمثل ترقيق السطح الخارجي (ولكن يمثل ترقيق السطح الداخلي)، يقوم قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي 45 بحساب نسبة قصور القطاع العرضي Cin وفقاً لصيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي التي تم وصفها أعلاه لترقيق السطح الداخلي (S12).

بعد ذلك، اعتماداً على قيم فلطية الخرج من العناصر Hall 11، يحسب قطاع حساب متغير الشكل 46 متغيرات الشكل (S13). وفقاً للنموذج الحالي، يتم حساب Vmax وVall حيث تكون متغيرات الشكل في حالة ترقيق السطح الخارجي.

وبعد ذلك، يقوم قطاع حساب النطاق المرقق 47 بحساب نطاق مرقق باستخدام طريقة الحساب الثانية (S14). وفقاً للنموذج الحالي، في حالة ما حيث يتم قياس ترقيق السطح الداخلي، كما تم وصفه أعلاه، يكون السمك الذي له نطاق مرقق يصل إلى 90 درجة ومعدل ترقيق يصل إلى 50٪ (أي، ترقيق على شكل قوس) عبارة عن ترقيق مرجعي. بعد ذلك، يتم حساب نطاق مرقق باستخدام طريقة الحساب الثانية باستخدام صورة شكل الترقيق المرجعي الذي يعمل كصورة مرجعية. شكل 12 عبارة عن منظر لوصف طريقة حساب نطاق مرقق باستخدام طريقة الحساب الثانية.

بعد ذلك، بعد حساب النطاق المرقق في الخطوة S14، يقوم قطاع حساب عمق الترقيق 48 بحساب عمق الترقيق على أساس نسبة قصور الترقيق ونطاق مرقق (S15)، وتنتهي عملية فحص الترقيق.

لاحظ أنه يمكن حساب عمق الترقيق d في حالة ترقيق السطح الداخلي من

$$d=\{(r-t)2+S\cdot 360/(\pi\cdot\theta)\}1/2-(r-t)$$

حيث (1) r عبارة عن نصف قطر (مم) من القطر الخارجي للأنبوب المغناطيسي المراد فحصه، (2) t عبارة عن السمك (مم) من جزء ما يكون سليماً، (3) S عبارة عن نسبة قصور الترقيق (٪)، و(4) θ عبارة عن نطاق مرقق (درجة).

وبالتالي، يحكم قطاع الحكم على السطح المرقق 35 على ما إذا كانت عملية حساب نسب قصور القطاع العرضي، نطاقات مرققة، وأعماق ترقيق لجميع المواضع المراد فحصها يتم إنجازها (S16) أم لا. في حالة ما حيث يكون هناك موضع (مواضع) تم الكشف عنها حيث لم يتم إنجاز عملية الحساب لها، تعود عملية فحص الترقيق إلى الخطوة S3، ويتم تكرار عملية مماثلة. في حالة ما حيث يتم الحكم عليها في الخطوة S16 حيث يتم إنجاز عملية الحساب لجميع المواضع التي تم الكشف عنها، تنتهي عملية فحص الترقيق.

شكل 13 عبارة عن رسم بياني يوضح علاقات بين (1) قيم لتقييم السمك التي تم الحصول عليها عن طريق قياس أنابيب مستخدمة في نماذج إنتاج فعلية باستخدام الطريقة وفقاً للنموذج الحالي و(2) قيم سمك فعلية تم الحصول عليها فعلياً عن طريق قياس الأنابيب المستخدمة في نماذج

الإنتاج الفعلية. تم حساب قيمة لتقييم السمك باستخدام (1) حساب عمق السمك لأنبوب مستخدم في نموذج إنتاج فعلي باستخدام الطريقة وفقاً للنموذج الحالي و(2) الحصول على اختلاف بين عمق الترقيق الذي تم حسابه وسمك الأنبوب بينما يظل الأنبوب سليماً. تم قياس القيمة الفعلية للسمك باستخدام مقياس سمك بالموجات فوق الصوتية أو طريقة قياس السمك بالموجات فوق الصوتية الدائرية بالغمر. كما هو موضح في الشكل 13، من الممكن تقييم السمك باستخدام الطريقة وفقاً للنموذج الحالي بدقة تصل إلى حوالي ± 0.15 مم.

(1-5. مثال لتقييم فحص الترقيق)

(1-5 -1. مثال لتقييم ترقيق السطح الداخلي)

(أ) من الشكل 14 عبارة عن رسم بياني يخطط لفلطيات الخرج من عناصر Hall 11 عند فحص أنبوب STB (أنبوب مغناطيسي) له ترقيق سطح داخلي وله قطر خارجي يبلغ 27.2 مم وسمك يبلغ 2.6 مم.

كما هو مُشار إليه عن طريق (أ) من الشكل 14، ينشأ الترقيق للتركيز على جزء من الأنبوب على طول محيط الأنبوب في هذا المثال من التقييم. بالإضافة إلى ذلك، في المثال الحالي للتقييم، ينشأ الترقيق المحلي البسيط بحيث يكون لفلطيات الخرج من عناصر Hall 11 فقط قمة واحد على طول المحيط.

في هذا المثال للتقييم، تم تقييم جزء مرقق تمثيلي تم توضيحه في (أ) من الشكل 14 وفقاً للتدفق الموضح في الشكل 6، بحيث يتم الحصول على النتائج التالية:

<نتائج تقييم الجزء المرقق التمثيلي>

(1) نتائج الحكم على السطح المرقق: ترقيق السطح الداخلي

(2) قيمة مجمعة لمجموع – V لجمع فلطيات الخرج من العناصر Hall 11: 1.19 فولت

(3) نسبة قصور القطاع العرضي S: 16.7٪ (35.9 مم2) (a= 16.163، b= 2.5)

(4) نطاق مرقق θ على طول المحيط: 110 درجة

(حيث يكون الترقيق عبارة عن ترقيق السطح الداخلي، ويتم حساب النطاق المرقق θ باستخدام طريقة الحساب الثانية. على وجه الخصوص، كما هو موضح في (ب) من الشكل 14، تم حساب L1 وL2، وبعد ذلك، تم حساب L2/L1 على صورة 1.96. بعد ذلك، عن طريق ضرب L2/L1 في النطاق المرقق (56.3 درجة) من ترقيق مرجعي، تم حساب النطاق المرقق θ في مثال التقييم باعتباره 56.3 × 1.96 ≒ 110 درجة.)

(1) عمق الترقيق d: 1.6 مم

(حيث يكون الترقيق عبارة عن ترقيق سطح داخلي، ويتم حساب عمق الترقيق d من d={(r−(r−t)2−1/2}{(π·θ)/360·S+2}.)

(1-5-2. مثال لتقييم ترقيق السطح الخارجي)

(أ) من الشكل 15 عبارة عن رسم بياني يخطط فلطيات الخرج من العناصر Hall 11 عند فحص أنبوب STB (أنبوب مغناطيسي) له ترقيق سطح خارجي وله قطر خارجي يصل إلى 25.4 مم وسمك يبلغ 2.0 مم.

في هذا المثال من التقييم، كما هو موضح في (أ) من الشكل 15، ينشأ التآكل (الترقيق) على المنطقة الكلية إلى حد كبير على طول محور الأنبوب، وينشأ الترقيق المحلي عند جزء الحاجز.

في هذا المثال من التقييم، تم تقييم جزء مرقق تمثيلي وفقاً للتدفق الموضح في الشكل 6، بحيث يتم الحصول على النتائج التالية:

<نتائج تقييم الجزء المرقق التمثيلي>

(1) نتائج الحكم على السطح المرقق: ترقيق السطح الخارجي

(2) قيمة مجمعة لمجموع _ V لجمع فلطيات الخرج من العناصر H 11: 0.27 فولت

(3) نسبة قصور القطاع العرضي S: 4.4٪ (6.5 مم2) (أ= 16.163)

(4) النطاق المرقق θ: 51.3 درجة

(على الرغم من ذلك، يكون الترقيق عبارة عن ترقيق السطح الخارجي، تم حساب النطاق المرقق θ باستخدام طريقة الحساب الثانية Vall < 3.0 فولت. على وجه الخصوص، كما هو موضح في (ب) من الشكل 15، حيث يتم حساب L1 وL2، وبعد ذلك، يتم حساب L2/L1 على صورة 1.14. بعد ذلك، عن طريق ضرب L2/L1 في النطاق المرقق (45.0 درجة) من الترقيق المرجعي، يتم حساب النطاق المرقق θ في مثال التقييم باعتباره 45.0 × 1.14 ≒ 51.3 درجة)

(1) عمق الترقيق d: 0.69 مم.

(حيث يكون الترقيق عبارة عن ترقيق السطح الخارجي، ويتم حساب عمق الترقيق d من d=r−{r2−S·360/(π·θ)}1/2.)

(1-6. الخلاصة)

كما تم وصفه، يتضمن مسبار الفحص 100 وفقاً للنموذج الحالي: مغناطيس ثالث 4؛ وعناصر Hall 11 التي تم توفيرها على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها عن طريق المغناطيس الثالث 4 والأنبوب المغناطيسي والتي تكشف عن كثافة التدفق المغناطيسي الذي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية. يتم تقييم ترقيق الأنبوب المغناطيسي كمياً وفقاً لإشارات الخرج من العناصر Hall 11 في حالة ما حيث يتم نقل مسبار الفحص 100 في الأنبوب المغناطيسي على طول محور الأنبوب المغناطيسي. عند القيام بذلك، يتم تقييم الترقيق كمياً عن طريق تطبيق لوغاريتم التقييم لترقيق السطح الداخلي أو لوغاريتم التقييم لترقيق السطح الخارجي، اعتماداً على ما إذا كان الترقيق ينشأ على جانب السطح الداخلي أو على جانب السطح الخلفي من الأنبوب المغناطيسي (أي، ما إذا كان الترقيق عبارة عن ترقيق سطح داخلي أو ترقيق سطح خارجي).

وبالتالي، من الممكن إجراء التقييم الكمي بدقة وبسرعة لعيب ما. على وجه الخصوص، على الرغم من أن كل من اختبار الكشف عن العيب في تيار الدوامة للمغناطيسية التقليدي وتسريب التدفق المغناطيسي التقليدي يسمح بفحص وجود/غياب عيب ما، ليس من الممكن تقييم العيب كمياً. على الجانب الآخر، باستخدام الطريقة وفقاً للنموذج الحالي، من الممكن إجراء تقييم كمي بدقة لعيب ما من أنبوب مغناطيسي. بالإضافة إلى ذلك، على الرغم من أن طريقة قياس السمك بالموجات فوق الصوتية الدائرية بالغمر التقليدية تسمح بتقييم كمي لعيب ما، سرعة الفحص يمكن للأسف أن

تكون بطيئة. على الجانب الآخر، باستخدام الطريقة وفقاً للنموذج الحالي، من الممكن إجراء تقييم كمي لعيب ما بصورة سريعة.

وفقاً للنموذج الحالي، يتضمن مسبار الفحص 100 المقرن 1. على الرغم من ذلك، لا يحتاج مسبار الفحص 100 بالضرورة أن يتضمن مقرن 1. على وجه الخصوص، يحتاج مسبار الفحص 100 فقط أن يتم تصميمه بحيث يتم تطبيق كثافة التدفق المغناطيسي الموضحة في الشكل 5 على أنبوب مغناطيسي.

وفقاً للنموذج الحالي، يتم تصميم مسبار الفحص 100 بحيث يتم استقطاب المغناطيس الثاني 3 والمغناطيس الثالث 4 حيث يواجه المغناطيس الثاني 3 والمغناطيس الثالث 4 الأنبوب المغناطيسي P. على الرغم من ذلك، لا يعد الاختراع الحالي مقيداً بهذا التصميم، بشرط أنه يمكن تطبيق كثافة التدفق المغناطيسي الموضحة في الشكل 5 على الأنبوب المغناطيسي P. على سبيل المثال، يمكن توفير المغناطيس الثاني 3 والمغناطيس الثالث 4 بحيث يتم استقطاب المغناطيس الثاني 3 والمغناطيس الثالث 4 في اتجاه يمتد بشكل متوازٍ مع محور الأنبوب المغناطيسي. في مثل هذه الحالة أيضاً، تحتاج عناصر Hall 11 والمقرن 1 فقط إلى أن يتم توفيرها على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها باستخدام المغناطيس الثاني 3، والمغناطيس الثالث 4، والأنبوب المغناطيسي P.

وفقاً للنموذج الحالي، يتم إدخال مسبار الفحص 100 في الأنبوب المغناطيسي P ليتم فحصه، ويتم قياس الترقيق باستخدام عناصر Hall 11 بينما يتم نقل مسبار الفحص 100 محورياً في الأنبوب المغناطيسي P. على الرغم من ذلك، لا يعد الاختراع الحالي مقيداً بهذا التصميم. وبشكل بديل، من الممكن أنه يتم إدخال مسبار الفحص 100 داخل الأنبوب المغناطيسي P ليتم فحصه، وبعد ذلك، يتم تقييم عيب ما عند موضع محدد من الأنبوب المغناطيسي P كمياً عن طريق قياس الخرج من عنصر H 11 عند الموضع المحدد من الأنبوب المغناطيسي P.

(ملاحظات أخرى)

تمثل طريقة قياس العيب وفقاً لجانب من الاختراع الحالي في طريقة لقياس عيب لعضو مغناطيسي، بما في ذلك الخطوات التالية: (أ) قياس الخرج من مستشعر مغناطيسي باستخدام مسبار الفحص بما في ذلك المغناطيس والمستشعر المغناطيسي الذي تم توفيره على دائرة

مغناطيسية تم تشكيلها عن طريق المغناطيس والعضو المغناطيسي والذي يكشف عن كثافة التدفق المغناطيسي الذي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية؛ (ب) الحكم على ما إذا كان العيب عبارة عن (1) عيب سطح أمامي ناشئ على السطح الأمامي للعضو المغناطيسي، حيث يكون السطح الأمامي عبارة عن سطح مضاد مواجه لمسبار الفحص أو (2) عيب سطح خلفي ناشئ على السطح الخلفي للعضو المغناطيسي، حيث يكون السطح الخلفي مقابلاً للسطح المضاد؛ و(ج) تقييم عيب العضو المغناطيسي كمياً عن طريق تطبيق، على إشارة الخرج من مستشعر مغناطيسي، لوغاريتم تقييم تم اختياره من لوغاريتمات تم ضبطها مقدماً لذوي الصلة من عيوب السطح الأماماي والسطح الخلفي التي تناظر نتيجة الحكم في الخطوة (ب).

باستخدام الطريقة، من الممكن إجراء تقييم كمي لعيب ما بصورة سريعة وملائمة عن طريق مقاومة التدفق المغناطيسي من خلال: قياس الخرج من مستشعر مغناطيسي باستخدام مسبار الفحص بما في ذلك المغناطيس والمستشعر المغناطيسي الذي تم توفيره على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها باستخدام المغناطيس والعضو المغناطيسي والذي يكشف عن كثافة التدفق المغناطيسي الذي يتدفق خلال الدائرة المغناطيسية؛ وتطبيق، على إشارة الخرج من المستشعر المغناطيسي، لوغاريتم التقييم الذي تم اختياره وفقاً لنتيجة الحكم في الخطوة (ب).

يمكن تصميم الطريقة بحيث يتضمن كذلك الخطوة التالية: (D) تنفيذ اختبار تيار الدوامة للعضو المغناطيسي، في الخطوة (ب)، سواء كان العيب موجوداً على السطح الأمامي أو السطح الخلفي للعضو المغناطيسي يتم إصدار الحكم فيه وفقاً لنتيجة اختبار تيار الدوامة.

باستخدم التصميم، من الممكن إجراء التقييم الكمي لعيب ما بصورة سريعة وصورة ملائمة عن طريق مقاومة التدفق المغناطيسي من خلال: الحكم على ما إذا كان الترقيق عبارة عن عيب سطح أمامي أو عيب سطح خلفي باستخدام اختبار تيار الدوامة؛ وتطبيق لوغاريتم التقييم وفقاً لنتيجة الحكم.

يمكن تصميم الطريقة بحيث: يتضمن مسبار الفحص مجموعة من المغناطيسات التي تم توفيرها بحيث يتم تشكيل مصفوفة Halbach على طول سطح مضاد لمسبار الفحص، حيث يواجه سطح المضاد العضو المغناطيسي ومستشعر عيب تيار الدوامة حيث (1) تم توفيره على جزء من

مغناطيس تم توفيره عند جزء مركزي من مصفوفة Halbach من مجموعة المغناطيسات، حيث يوجد جزء منها على السطح المضاد المواجه للعضو المغناطيسي و(2) تنفيذ اختبار تيار الدوامة؛ ويتم توفير المستشعر المغناطيسي على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها عن طريق العضو المغناطيسي ومغناطيس تم توفيره عند جزء طرفي من مصفوفة Halbach لمجموعة من المغناطيسات، ويكشف المستشعر المغناطيسي عن كثافة التدفق المغناطيسي الذي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية.

باستخدام التصميم، من الممكن تحسين فاعلية التشغيل لأن الخطوة (د) والخطوة (أ) يمكن تنفيذها على التوازي.

يمكن تصميم الطريقة بحيث: يكون العضو المناطيسي عبارة عن أنبوب مغناطيسي؛ وفي الخطوة (أ)، يتم نقل مسبار الفحص في الأنبوب المغناطيسي على طول محور الأنبوب المغناطيسي.

باستخدام الطريقة، من الممكن إجراء التقييم الكمي لعيب ما بصورة سريعة وملائمة لأنبوب مغناطيسي.

يمكن تصميم الطريقة بحيث: يقوم المستشعر المغناطيسي بإخراج قيمة فلطية وفقاً لكثافة التدفق المغناطيسي؛ تتضمن الخطوة (ج) الخطوة (هـ) لحساب نسبة قصور القطاع العرضي حيث تمثل نسبة مساحة جزء ناقص إلى مساحة جزء كلي من قطاع عرضي متعامد على محور الأنبوب المغناطيسي؛ وفي الخطوة (هـ)، يتم حساب نسبة قصور القطاع العرضي للأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) صيغة حساب لنسبة قصور القطاع العرضي التي تم ضبطها مقدماً اعتماداً على العلاقة بين (أ) قيمة مجمعة تم الحصول عليها عن طريق جمع قيم فلطية الخرج من مستشعرات مغناطيسية ذات صلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي للاختبار باستخدام المستشعرات المغناطيسية و(ب) كل من نسب قصور القطاع العرضي من المجموعة ذات الصلة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار و(2) قيمة مجمعة تم الحصول عليها عن طريق جمع قيم فلطية الخرج من مستشعرات مغناطيسية ذات صلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي.

باستخدام الطريقة، يكون من الممكن حساب نسبة قصور القطاع العرضي بصورة سريعة وملائمة لعيب ما من أنبوب مغناطيسي.

يمكن تصميم الطريقة بحيث: تتضمن الخطوة (ج) الخطوة (هـ) لحساب نطاق العيب الذي يشير إلى نطاق عيب ما على طول محيط القطاع العرضي المتعامد على محور الأنبوب المغناطيسي؛ وفي الخطوة (و)، يتم حساب نطاق العيب للعيب في الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) بيانات حساب نطاق العيب الذي تم ضبطه مقدماً على أساس العلاقة بين (أ) أقصى قيمة لقيم فلطية الخرج من مستشعرات مغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي للاختبار، (ب) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة على القيمة القصوى، و(ج) كل من نطاقات العيب الفعلية من المجموعة ذات الصلة لأنواع من العيوب التي تم تشكيلها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار، (2) أقصى قيمة لقيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي، و(3) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة باستخدام القيمة القصوى.

باستخدام هذه الطريقة، من الممكن حساب نطق عيب لأنبوب مغناطيسي بصورة سريعة وملائمة.

يمكن تصميم الطريقة بحيث: تتضمن الخطوة (ج) الخطوة (و) لحساب نطاق عيب ما مشيراً إلى نطاق عيب ما على طول محيط القطاع العرضي المتعامد على محور الأنبوب المغناطيسي؛ و(ج) حساب عمق العيب الناشئ على الأنبوب المغناطيسي؛ في الخطوة (و)، يتم حساب نطاق العيب لعيب في الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) بيانات حساب نطاق العيب التي تم ضبطها على أساس العلاقة بين (أ) أقصى قيمة لقيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي للاختبار، (ب) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق القيمة القصوى، و(ج) كل من نطاقات العيب الفعلي من مجموعة ذات صلة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار، (2) قيمة قصوى لقيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي، و(3) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة

باستخدام القيمة القصوى؛ وفي الخطوة (ز)، يتم حساب عمق العيب وفقاً لـ d=r-{r2-S·360/(π·θ)}1/2 في حالة ما حيث يكون العيب موجوداً على السطح الخلفي من الأنبوب المغناطيسي، حيث يكون السطح الخلفي مقابلاً للسطح المضاد المواجه لمسبار الفحص ووفقاً لـ d={(r-t)2+S·360/(π·θ)}1/2-(r-t) في حالة ما حيث يكون العيب موجوداً على السطح الأمامي من الأنبوب المغناطيسي، حيث يكون السطح الأمامي عبارة عن السطح المضاد المواجهة لمسبار الفحص، حيث (1) r عبارة عن نصف قطر (مم) من القطر الخارجي للأنبوب المغناطيسي، (2) S عبارة عن نسبة قصور القطاع العرضي (٪) تم حسابها في الخطوة (هـ)، (3) θ عبارة عن نطاق العيب (درجة) المحسوب في الخطوة (و)، و(4) d عبارة عن العمق (مم) من العيب.

باستخدام الطريقة، من الممكن حساب عمق العيب لأنبوب مغناطيسي بسرعة وبصورة ملائمة.

يمثل جهاز قياس العيب وفقاً لجانب من الاختراع الحالي جهاز قياس عيب يقوم بقياس عيب من عضو مغناطيسي، حيث يتضمن: مسبار فحص يتضمن مغناطيس ومستشعر مغناطيسي تم توفيره على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها باستخدام المغناطيس والعضو المغناطيسي ويكشف عن كثافة التدفق المغناطيسي الذي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية؛ وقطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي القادر على تقييم العيب من العضو المغناطيسي كمياً وفقاً لإشارة خرج من المستشعر المغناطيسي، حيث يكون قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي قادراً على تقييم العيب من العضو المغناطيسي كمياً عن طريق تطبيق، على إشارة الخرج، لوغاريتم تقييم تم اختياره وفقاً إما (1) العيب الذي تم تكوينه على السطح الأمامي من العضو المغناطيسي، حيث يكون السطح الأمامي عبارة عن سطح مضاد مواجه لمسبار الفحص أو (2) العيب الذي تم تشكيله على السطح الخلفي المقابل للسطح المضاد.

باستخدام التصميم، من الممكن إجراء تقييم كمي لعيب ما باستخدام مقاومة التدفق المغناطيسي من خلال، باستخدام مسبار الفحص بما في ذلك المغناطيس ومستشعر مغناطيسي تم توفيره على دائرة مغناطيسية تم تشكيلها باستخدام المغناطيس والعضو المغناطيسي والذي يكشف عن كثافة التدفق المغناطيسي الذي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية، وتطبيق، على إشارة الخرج من المستشعر

المغناطيسي، لوغاريتم تقييم تم اختياره وفقاً لأي من السطح الأمامي والسطح الخلفي من العضو المغناطيسي به عيب.

يمكن تصميم جهاز قياس العيب بحيث: يتضمن مسبار الفحص مجموعة من المغناطيسات التي تم توفيرها بحيث تشكل مصفوفة Halbach على طول سطح مضاد من مسبار الفحص، حيث يواجه السطح المضاد العضو المغناطيسي، مستشعر عيب تيار الدوامة الذي تم توفيره عند جزء مركزي من مصفوفة Halbach لمجموعة من المغناطيسات، مستشعر مغناطيسي (1) تم توفيره على دائرة مغناطيسية تم تكوينها باستخدام العضو المغناطيسي والمغناطيس الذي تم توفيره عند جزء طرفي من مصفوفة Halbach من مجموعة المغناطيسات و(2) تكشف كثافة تدفق مغناطيسي تتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية، وقطاع الحكم على سطح العيب القادر على الحكم، على أساس نتيجة اختبار تيار الدوامة باستخدام مستشعر عيب تيار الدوامة، حيث يكون من السطح الأمامي والسطح الخلفي من العضو المغناطيسي به عيب، ويكون قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي قادراً على تقييم عيب العضو المغناطيسي كمياً عن طريق تطبيق، على إشارة الخرج، لوغاريتم تقييم تم اختياره وفقاً لنتيجة الحكم عن طريق قطاع الحكم على سطح العيب.

باستخدام التصميم، من الممكن تحسين كفاءة التشغيل لأن القياس عن طريق مستشعر العيب في التيار المغناطيسي يمكن اجراؤه بشكل متوازٍ.

يمكن تصميم جهاز قياس العيب بحيث: يكون العضو المغناطيسي عبارة عن أنبوب مغناطيسي؛ ويكون قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي قادراً على تقييم العيب من الأنبوب المغناطيسي كمياً وفقاً لإشارات الخرج التي تم توفيرها من إشارات ذات صلة من مستشعرات مغناطيسية بينما يتم نقل مسبار الفحص في الأنبوب المغناطيسي على طول محور الأنبوب المغناطيسي.

باستخدام التصميم، من الممكن إجراء تقييم كمي بصورة بسرعة وملائمة لعيب ما من أنبوب مغناطيسي.

يمكن تصميم جهاز قياس العيب بحيث: يقوم المستشعر المغناطيسي بإخراج قيمة فلطية وفقاً لكثافة تدفق مغناطيسي؛ يتضمن قطاع حساب مقاومة للتدفق المغناطيسي قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي قادراً على حساب نسبة قصور قطاع عرضي يمثل نسبة مساحة جزء

ناقص إلى مساحة جزء كلي من قطاع عرضي متعامد على محور الأنبوب المغناطيسي؛ ويعد قطاع حساب قصور القطاع العرضي قادراً على حساب نسبة قصور القطاع العرضي من الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) صيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي تم ضبطها مقدماً على أساس العلاقة بين (أ) قيمة مضادة تم الحصول عن طريق جمع قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث تم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي للاختبار عن طريق مستشعرات مغناطيسية و(ب) كل من نسب قصور القطاع العرضي الفعلية لمجموعة ذات الصلة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار و(2) قيمة مجمعة تم الحصول عليها عن طريق جمع قيم فلطية الخرج من مستشعرات مغناطيسية ذات صلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي.

بهذا التصميم، من الممكن حساب نسبة قصور القطاع العرضي بصورة سريعة وملائمة لعيب ما في أنبوب مغناطيسي.

يمكن تصميم جهاز قياس العيب بحيث: يتضمن قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي قطاع حساب نطاق عيب قادر على حساب نطاق عيب مشيراً لنطاق عيب على طول محيط القطاع العرضي المتعامد على محور الأنبوب المغناطيسي ويكون قطاع حساب نطاق العيب قادراً على حساب نطاق العيب من الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) بيانات حساب نطاق عيب تم ضبطه مقدماً على أساس العلاقة بين (أ) أقصى قيمة من قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي للاختبار، (ب) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق أقصى قيمة، و(ج) كل من نطاقات العيب الفعلية من مجموعة ذات صلة من أنواع العيوب التي تم تكوينها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار، (2) أقصى قيمة من قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي، و(3) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق القيمة القصوى.

باستخدام التصميم، من الممكن حساب نطاق عيب بصورة سريعة وملائمة لعيب ما في أنبوب مغناطيسي.

يمكن تصميم جهاز قياس العيب بحيث: يتضمن قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي قطاع حساب نطاق عيب قادر على حساب نطاق عيب مشيراً لنطاق عيب على طول محيط القطاع العرضي المتعامد على محور الأنبوب المغناطيسي ويكون قطاع حساب عمق العيب الذي يقوم بحساب عمق العيب الناشئ من الأنبوب المغناطيسي؛ حيث يكون قطاع حساب نطاق العيب قادراً على حساب نطاق العيب من الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) بيانات حساب نطاق عيب تم ضبطه مقدماً على أساس العلاقة بين (أ) أقصى قيمة من قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي للاختبار، (ب) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق أقصى قيمة، و(ج) كل من نطاقات العيب الفعلية من مجموعة ذات صلة من أنواع العيوب التي تم تكوينها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار، (2) أقصى قيمة من قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي، و(3) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق القيمة القصوى؛ ويعد قطاع حساب عمق العيب قادراً على حساب عمق العيب وفقاً لـ $d=r-\{r2-S\cdot360/(\pi\cdot\theta)\}1/2$ في حالة ما حيث يكون العيب موجوداً على السطح الخلفي من الأنبوب المغناطيسي، حيث يكون السطح الخلفي مقابلاً للسطح المضاد المواجة لمسبار الفحص ووفقاً لـ $d=\{(r-t)2+S\cdot360/(\pi\cdot\theta)\}1/2-(r-t)$ في حالة ما حيث يكون العيب موجوداً على السطح الأمامي للأنبوب المغناطيسي، حيث يكون السطح الأمامي عبارة عن السطح المضاد المواجه لمسبار الفحص، حيث (1) r عبارة عن نصف قطر (مم) من القطر الخارجي للأنبوب المغناطيسي، (2) S عبارة عن نسبة قصور القطاع العرضي (٪) تم حسابها عن طريق قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي، (3) θ عبارة عن نطاق العيب (درجة) المحسوب عن طريق قطاع حساب نطاق العيب، و(4) d عبارة عن العمق (مم) من العيب.

باستخدام التصميم، من الممكن حساب عمق بصورة سريعة وملائمة لعيب ما في أنبوب مغناطيسي.

يعد مسبار الفحص وفقاً لجانب من الاختراع الحالي عبارة عن مسبار فحص يقوم بفحص عيب من عضو مغناطيسي، حيث يتضمن: مجموعة من المغناطيسات التي تم توفيرها لتكوين مصفوفة

Halbach على طول سطح مركزي من مسبار الفحص، حيث يواجه السطح المضاد العضو المغناطيسي؛ مستشعر عيب تيار الدوامة تم توفيره عند جزء مركزي من مصفوفة Halbach من مجموعة من المغناطيسات؛ ومستشعر مغناطيسي (1) تم توفيره على دائرة مغناطيسة تم تكوينها باستخدام العضو المغناطيسي ومغناطيس تم توفيره عند جزء طرفي من مصفوفة Halbach من مجموعة من المغناطيسات و(2) يكشف عن كثافة التدفق المغناطيسي الذي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية.

باستخدام التصميم، من الممكن (1) إصدار حكم، على أساس نتيجة مستشعر عيب تيار الدوامة، حيث يكون عيب العضو المغناطيسي موجوداً على السطح المضاد المواجه لمسبار الفحص أو موجوداً على السطح الخلفي المقابل للسطح المضاد و(2) تقييم كمياً، على أساس نتيجة الكشف عن طريق المستشعر المغناطيسي، العيب عن طريق مقاومة التدفق المغناطيسي. بالإضافة إلى ذلك، لأن بيانات القياس من مستشعر عيب تيار الدوامة وبيانات القياس للمستشعر المغناطيسي يمكن الحصول عليها بالتوازي، ومن الممكن تحسين كفاءة التشغيل.

يمكن تصميم مسبار الفحص بحيث يتضمن كذلك: مقرن يكون عبارة عن عضو اسطواني مصنوع من مادة مغناطيسية، حيث يتم توفير مجموعة من المغناطيسات (1) لتكوين مصفوفة Halbach على طول محور المقرن و(2) في صورة اسطوانية على طول السطح المحيطي الخارجي للمقرن، ومجموعة من المستشعرات المغناطيسية تم توفيرها على طول محور المقرن.

باستخدام التصميم، من الممكن بسرعة وبصورة ملائمة اجراء تقييم كمي لعيب ما من أنبوب مغناطيسي.

(ملاحظات إضافية)

لا يعد الاختراع الحالي مقيداً بوصف النماذج، ولكن يمكن تبديله بعدة طرق من قبل الشخص الماهر في هذا المجال داخل نطاق عناصر الحماية. تم أيضاً تضمين النموذج المشتق من توليفة ملائمة من وسائل تقنية تم الكشف عنها في مختلف النماذج في النطاق التقني من الاختراع الحالي.

القابلية للتطبيق الصناعي

يمكن تطبيق الاختراع الحالي على (1) طريقة وجهاز لقياس عيب ما من عضو ما مصنوع من مادة مغناطيسية و(3) مسبار فحص للاستخدام في قياس العيب.

قائمة الإشارات المرجعية

1 المقرن Yoke

2 مغناطيس magnet أول

3 مغناطيس ثانٍ

4 مغناطيس ثالث

5 ملف الاستثارة والكشف Excitation and detection coil (مستشعر عيب تيار الدوامة eddy current flaw sensor)

11 عنصر Hall (مستشعر مغناطيسي magnetic sensor)

20 قطاع الحكم على الترقيق Thinning judging section (قطاع الحكم على العيب defect judging section)

30 قطاع الكشف عن عيب التيار الدوامي Eddy current flaw detecting section

31 قطاع الكشف detecting section الأول

32 قطاع التخزين storage section الأول

33 قطاع حساب تدفق تيار الدوامة Eddy current flow computing section

34 قطاع تحديد الموضع الذي تم الكشف عنه

35 قطاع الحكم على سطح مرقق (قطاع الحكم على سطح العيب)

40 قطاع الكشف عن عيب مقاومة التدفق المغناطيسي

41 قطاع الكشف detecting section الثاني

42 قطاع التخزين الثاني

34 قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي

44 قطاع تحديد موضع تم الكشف عنه

45 قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي

46 قطاع حساب متغير الشكل

47 قطاع حساب نطاق الترقيق (قطاع حساب نطاق العيب)

48 قطاع الحساب Calculating section

100 مسبار الفحص Inspection probe

200 جهاز قياس الترقيق Thinning measuring device (جهاز قياس العيب defect measuring device)

P أنبوب مغناطيسي Magnetic pipe (عضو مغناطيسي magnetic member).

عناصر الحماية

1. طريقة لقياس عيب ما لعضو مغناطيسي magnetic member حيث تشتمل على الخطوات التالية:

(أ) قياس الخرج من جهاز استشعار مغناطيسي magnetic sensor باستخدام مسبار فحص يتضمن مغناطيس وجهاز استشعار مغناطيسي magnetic sensor تم توفيره على دائرة مغناطيسية magnetic circuit تم تشكيلها باستخدام المغناطيس والعضو المغناطيسي والذي يكشف عن كثافة تدفق مغناطيسي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية magnetic circuit ؛

(ب) الحكم إذا كان العيب (1) عبارة عن عيب سطح أمامي ناشئ في السطح الأمامي للعضو المغناطيسي، حيث يمثل هذا السطح الأمامي سطح مضاد مواجه لمسبار الفحص inspection probe أو (2) عيب سطح خلفي ناشئ في السطح الخلفي للعضو المغناطيسي magnetic member ، حيث يكون السطح الخلفي مقابلاً للسطح المضاد،

و(ج) تقييم العيب للعضو المغناطيسي magnetic member كمياً عن طريق تطبيق، على إشارة خرج من المستشعر المغناطيسي، لوغاريتم التقييم الذي تم اختياره من لوغاريتمات التقييم الموضحة مقدماً للوغاريتمات ذات الصلة لعيب السطح الأمامي وعيب السطح الخلفي والتي تناظر نتيجة الحكم في الخطوة (ب)؛ و

(د) اجراء اختبار تيار الدوامة من العضو المغناطيسي magnetic member ، في الخطوة (ب)، سواء كان العيب موجوداً على السطح الأمامي أو السطح الخلفي من العضو المغناطيسي تم الحكم فيه وفقاً لنتيجة اختبار تيار الدوامة،

يتضمن مسبار الفحص inspection probe:

مجموعة من المغناطيسات التي تم توفيرها بحيث يتم تشكيل مصفوفة Halbach على طول سطح مضاد لمسبار الفحص inspection probe، حيث يواجه السطح المضاد العضو المغناطيسي و ومستشعر عيب تيار الدوامة حيث (1) تم توفيره على جزء من مغناطيس تم توفيره عند جزء مركزي من مصفوفة Halbach من مجموعة المغناطيسات، حيث يوجد جزء منها على السطح المضاد المواجه للعضو المغناطيسي magnetic member و(2) تنفيذ اختبار تيار الدوامة؛

ويتم توفير المستشعر المغناطيسي magnetic sensor على دائرة مغناطيسية magnetic circuit تم تشكيلها عن طريق العضو المغناطيسي magnetic member ومغناطيس تم توفيره

عند جزء طرفي من مصفوفة Halbach لمجموعة من المغناطيسات، ويكشف المستشعر المغناطيسي magnetic sensor عن كثافة التدفق المغناطيسي الذي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية magnetic circuit.

2. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث:

يمثل العضو المغناطيسي magnetic member أنبوب مغناطيسي magnetic pipe ؛

في الخطوة (أ)، يتم نقل مسبار الفحص inspection probe في الأنبوب المغناطيسي على طول محور الأنبوب المغناطيسي magnetic pipe.

3. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 2، حيث:

يقوم المستشعر المغناطيسي magnetic sensor بإخراج قيمة فلطية وفقاً لكثافة التدفق المغناطيسي؛

تتضمن الخطوة (ج) الخطوة التالية:

(هـ) حساب نسبة قصور قطاع عرضي حيث تمثل نسبة مساحة جزء ناقص إلى مساحة جزء كامل من قطاع عرضي متعامد على محور الأنبوب المغناطيسي؛

في الخطوة (هـ)، يتم حساب نسبة قصور القطاع العرضي للأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) صيغة حساب لنسبة قصور القطاع العرضي التي تم ضبطها مقدماً اعتماداً على العلاقة بين (أ) قيمة مجمعة تم الحصول عليها عن طريق جمع قيم فلطية الخرج من مستشعرات مغناطيسية ذات صلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي magnetic pipe للاختبار باستخدام المستشعرات المغناطيسية و(ب) كل من نسب قصور القطاع العرضي من المجموعة ذات الصلة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار و(2) قيمة مجمعة تم الحصول عليها عن طريق جمع قيم فلطية الخرج من مستشعرات مغناطيسية ذات صلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي magnetic pipe.

4. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 2، حيث:

تضمن الخطوة (ج) الخطوة (و) لحساب نطاق عيب ما مشيراً إلى نطاق عيب ما على طول محيط القطاع العرضي المتعامد على محور الأنبوب المغناطيسي؛

في الخطوة (و)، يتم حساب نطاق العيب لعيب في الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) بيانات حساب نطاق العيب التي تم ضبطها على أساس العلاقة بين (أ) أقصى قيمة لقيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي magnetic pipe للاختبار، (ب) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق القيمة القصوى، و(ج) كل من نطاقات العيب الفعلي من مجموعة ذات صلة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار، (2) قيمة قصوى لقيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي، و(3) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة باستخدام القيمة القصوى.

5. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 3، حيث

تتضمن الخطوة (ج) الخطوات التالية:

(و) حساب نطاق عيب ما مشيراً إلى نطاق عيب ما على طول محيط القطاع العرضي المتعامد على محور الأنبوب المغناطيسي؛

و(ز) حساب عمق العيب الناشئ على الأنبوب المغناطيسي؛

في الخطوة (و)، يتم حساب نطاق العيب لعيب في الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) بيانات حساب نطاق العيب التي تم ضبطها على أساس العلاقة بين (أ) أقصى قيمة لقيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي magnetic pipe للاختبار، (ب) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق القيمة القصوى، و(ج) كل من نطاقات العيب الفعلي من مجموعة ذات صلة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار، (2) قيمة قصوى لقيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية

ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي، و(3) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة باستخدام القيمة القصوى؛

وفي الخطوة (ز)، يتم حساب عمق العيب وفقاً لـ

$$d=r-\{r2-S\cdot 360/(\pi\cdot\theta)\}1/2$$

في حالة ما حيث يكون العيب موجوداً على السطح الخلفي من الأنبوب المغناطيسي، حيث يكون السطح الخلفي مقابلاً للسطح المضاد المواجه لمسبار الفحص inspection probe

ووفقاً لـ

$$d=\{(r-t)2+S\cdot 360/(\pi\cdot\theta)\}1/2-(r-t)$$

في حالة ما حيث يكون العيب موجوداً على السطح الأمامي من الأنبوب المغناطيسي، حيث يكون السطح الأمامي عبارة عن السطح المضاد المواجهة لمسبار الفحص inspection probe، حيث (1) r عبارة عن نصف قطر (مم) من القطر الخارجي للأنبوب المغناطيسي، (2) S عبارة عن نسبة قصور القطاع العرضي (٪) تم حسابها في الخطوة (هـ)، (3) θ عبارة عن نطاق العيب (درجة) المحسوب في الخطوة (و)، و(4) d عبارة عن العمق (مم) من العيب.

6. جهاز قياس عيب حيث يقوم بقياس عيب لعضو مغناطيسي، حيث يتضمن:

مسبار فحص يشمل

مغناطيس

ومستشعر مغناطيسي تم توفيره على دائرة مغناطيسية magnetic circuit تم تشكيلها باستخدام المغناطيس والعضو المغناطيسي magnetic member وتكشف عن كثافة تدفق مغناطيسي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية؛ وقطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي القادر على تقييم عيب العضو المغناطيسي magnetic member كمياً وفقاً لإشارة الخرج من المستشعر المغناطيسي magnetic sensor ،

وقطاع حساب مقاومة تدفق مغناطيسي قادر على تقييم عيب العضو المغناطيسي magnetic member بشكل كمي عن طريق تطبيق، على إشارة الخرج، لوغاريتم التقييم تم اختياره وفقاً إما (1) للعيب الذي تم تشكيله عى سطح أمامي للعضو المغناطيسي، حيث يمثل السطح الأمامي

سطح مقابل مواجه لمسبار الفحص inspection probe أو (2) للعيب الذي تم تشكيله على سطح خلفي مضاد للسطح المقابل،

يتضمن مسبار الفحص inspection probe:

مجموعة من المغناطيسات تم توفيرها بحيث يتم تشكيل مصفوفة Halbach على طول سطح مضاد لمسبار الفحص، حيث يواجه سطح المضاد العضو المغناطيسي،

ومستشعر عيب تيار الدوامة حيث تم توفيره عند جزء مركزي من مصفوفة Halbach من مجموعة المغناطيسات،

مستشعر مغناطيسي (1) تم توفيره على دائرة مغناطيسية magnetic circuit تم تشكيلها عن طريق العضو المغناطيسي ومغناطيس تم توفيره عند جزء طرفي من مصفوفة Halbach لمجموعة من المغناطيسات، و(2) يكشف عن كثافة التدفق المغناطيسي الذي يتدفق من خلال الدائرة المغناطيسية،

قطاع الحكم على سطح العيب قادر على الحكم، على أساس نتيجة اختبار تيار الدوامة باستخدام مستشعر عيب تيار الدوامة، حيث يكون للسطح الأمامي وللسطح الخلفي من للعضو المغناطيسي magnetic member عيباً ما،

قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي القادر على تقييم العيب من العضو المغناطيسي كمياً عن طريق تطبيق، على إشارة الخرج، لوغاريتم تقييم تم اختياره وفقاً لنتيجة الحكم عن طريق قطاع الحكم على سطح العيب.

7. جهاز قياس العيب وفقاً لعنصر الحماية 6، حيث:

يعد العضو المغناطيسي عبارة عن أنبوب مغناطيسي magnetic pipe ؛

يعد قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي قادراً على تقييم العيب من العضو المغناطيسي كمياً وفقاً لإشارات خرج تم توفيرها من ذوي الصلة من المستشعرات المغناطيسية، في حين تم نقل مسبار الفحص inspection probe في الأنبوب المغناطيسي على طول محور الأنبوب المغناطيسي.

8. جهاز قياس العيب وفقاً لعنصر الحماية 7، حيث:

يقوم المستشعر المغناطيسي magnetic sensor بإخراج قيمة فلطية وفقاً لكثافة تدفق مغناطيسية؛

يتضمن قطاع الحساب مقاومة التدفق المغناطيسي

قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي قادر على حساب نسبة قصور القطاع العرضي التي تمثل نسبة مساحة جزء ناقص لمساحة جزء كلي من قطاع عرضي متعامد على محور الأنبوب المغناطيسي،

قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي قادراً على حساب نسبة قصور قطاع عرضي من الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) صيغة حساب نسبة قصور القطاع العرضي تم ضبطها مقدماً على أساس العلاقة بين (أ) قيمة مجمعة تم الحصول عن طريق جمع قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية magnetic sensors ذات الصلة في حالة ما حيث تم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي magnetic pipe للاختبار عن طريق مستشعرات مغناطيسية magnetic sensors و(ب) كل من نسب قصور القطاع العرضي الفعلية لمجموعة ذات الصلة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار و(2) قيمة مجمعة تم الحصول عليها عن طريق جمع قيم فلطية الخرج من مستشعرات مغناطيسية magnetic sensors ذات صلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي.

9. جهاز قياس العيب وفقاً لعنصر الحماية 7، حيث:

يتضمن قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي:

قطاع حساب نطاق عيب قادر على حساب نطاق عيب مشيراً لنطاق عيب على طول محيط القطاع العرضي المتعامد على محور الأنبوب المغناطيسي،

ويكون قطاع حساب نطاق العيب قادراً على حساب نطاق العيب من الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) بيانات حساب نطاق عيب تم ضبطها مقدماً على أساس العلاقة بين (أ) أقصى قيمة من قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية magnetic sensors ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي magnetic pipe للاختبار، (ب) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق أقصى قيمة، و(ج) كل من نطاقات العيب الفعلية من مجموعة ذات صلة

من أنواع العيوب التي تم تكوينها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار، (2) أقصى قيمة من قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية magnetic sensors ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي، و(3) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق القيمة القصوى.

10. جهاز قياس العيب وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث:

يتضمن قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي

قطاع حساب نطاق عيب قادر على حساب نطاق عيب مشيراً لنطاق عيب على طول محيط القطاع العرضي المتعامد على محور الأنبوب المغناطيسي

ويكون قطاع حساب نطاق العيب قادراً على حساب عمق العيب الناشئ على الأنبوب المغناطيسي،

يعد قطاع حساب نطاق العيب قادراً على حساب نطاق العيب من الأنبوب المغناطيسي وفقاً لـ (1) بيانات حساب نطاق عيب تم ضبطه مقدماً على أساس العلاقة بين (أ) أقصى قيمة من قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية magnetic sensors ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس مجموعة من أنواع العيوب التي تم تشكيلها على أنبوب مغناطيسي magnetic pipe للاختبار، (ب) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق أقصى قيمة، و(ج) كل من نطاقات العيب الفعلية من مجموعة ذات صلة من أنواع العيوب التي تم تكوينها على الأنبوب المغناطيسي للاختبار، (2) أقصى قيمة من قيم فلطية الخرج من المستشعرات المغناطيسية magnetic sensors ذات الصلة في حالة ما حيث يتم قياس الأنبوب المغناطيسي، و(3) قيمة مجمعة من القيم التي تم الحصول عليها عن طريق تقسيم قيم فلطية الخرج ذات الصلة عن طريق القيمة القصوى؛

قطاع حساب عمق العيب قادراً على حساب عمق العيب

وفقاً لـ

$$d=r-\{r2-S\cdot 360/(\pi\cdot\theta)\}1/2$$

في حالة ما حيث يكون العيب موجوداً على السطح الخلفي من الأنبوب المغناطيسي، حيث يكون السطح الخلفي مقابلاً للسطح المضاد المواجهة لمسبار الفحص inspection probe

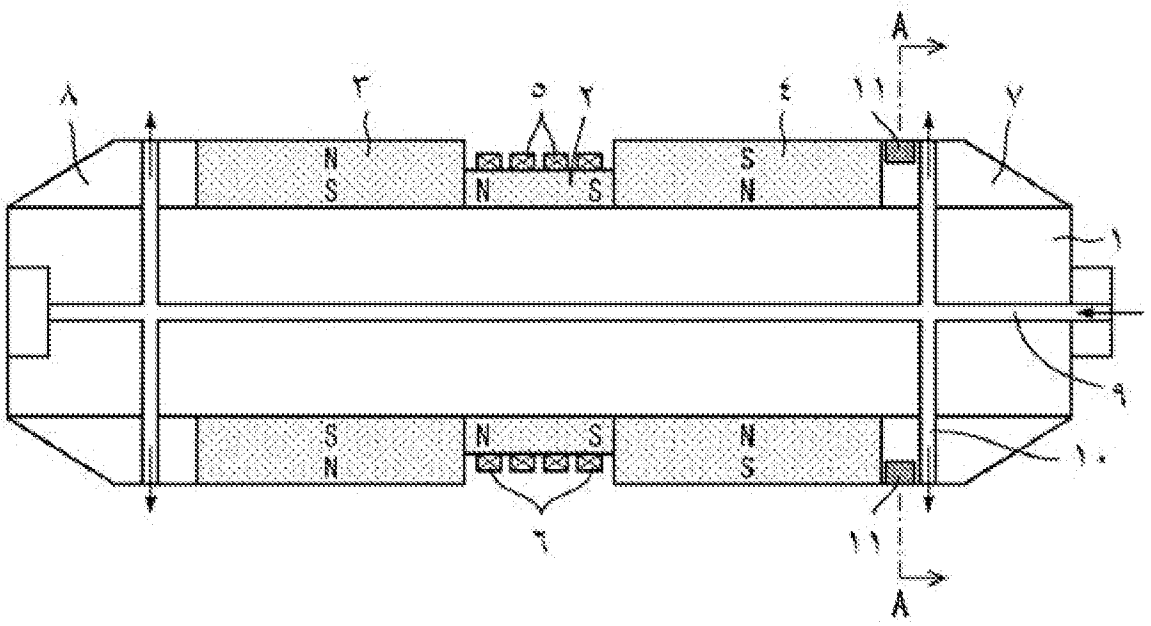
ووفقاً لـ

$$d=\{(r-t)2+S\cdot 360/(\pi\cdot\theta)\}1/2-(r-t)$$

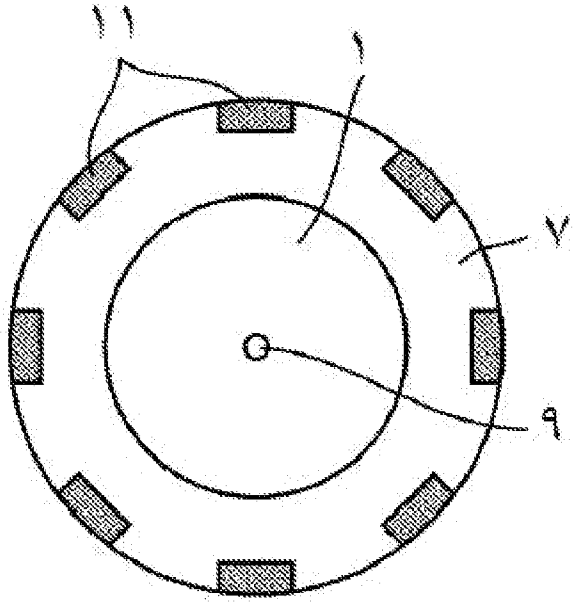
في حالة ما حيث يكون العيب موجوداً على السطح الأمامي للأنبوب المغناطيسي، حيث يكون السطح الأمامي عبارة عن السطح المضاد المواجه لمسبار الفحص inspection probe،

5 حيث (1) r عبارة عن نصف قطر (مم) من القطر الخارجي للأنبوب المغناطيسي، (2) S عبارة عن نسبة قصور القطاع العرضي (٪) تم حسابها عن طريق قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي، (3) θ عبارة عن نطاق العيب (درجة) المحسوب عن طريق قطاع حساب نطاق العيب، و(4) d عبارة عن العمق (مم) من العيب.

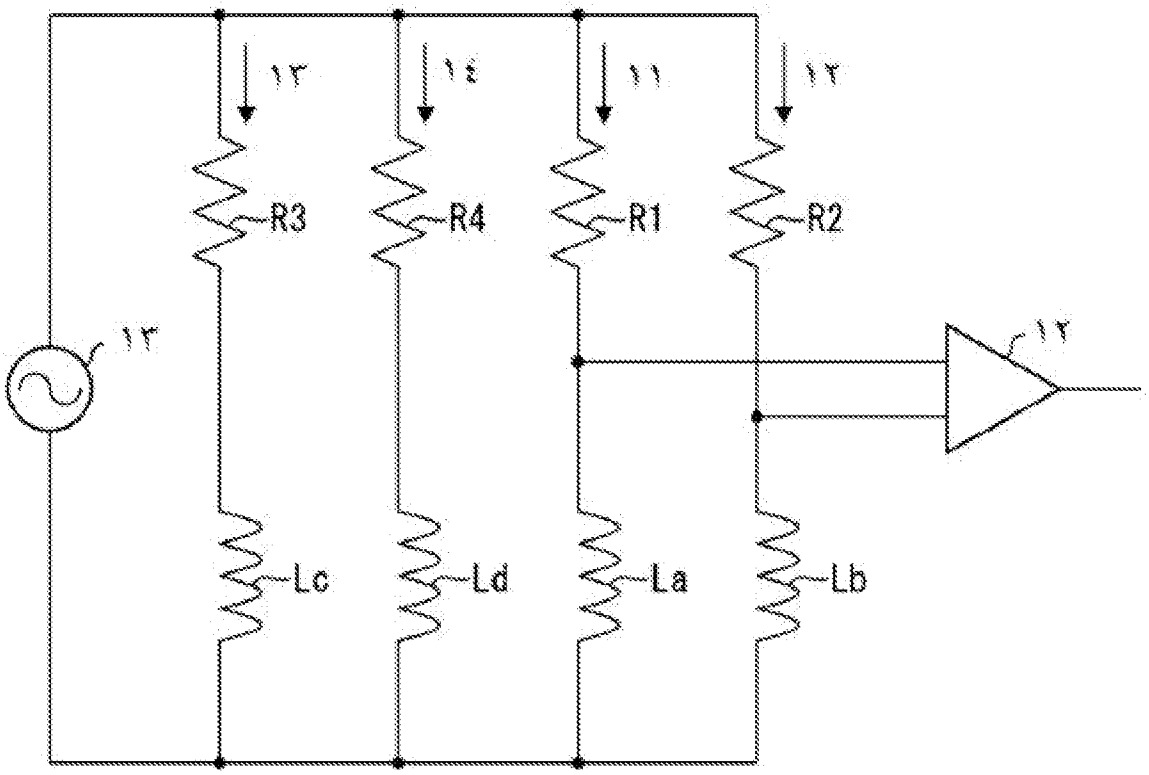
شکل ۱



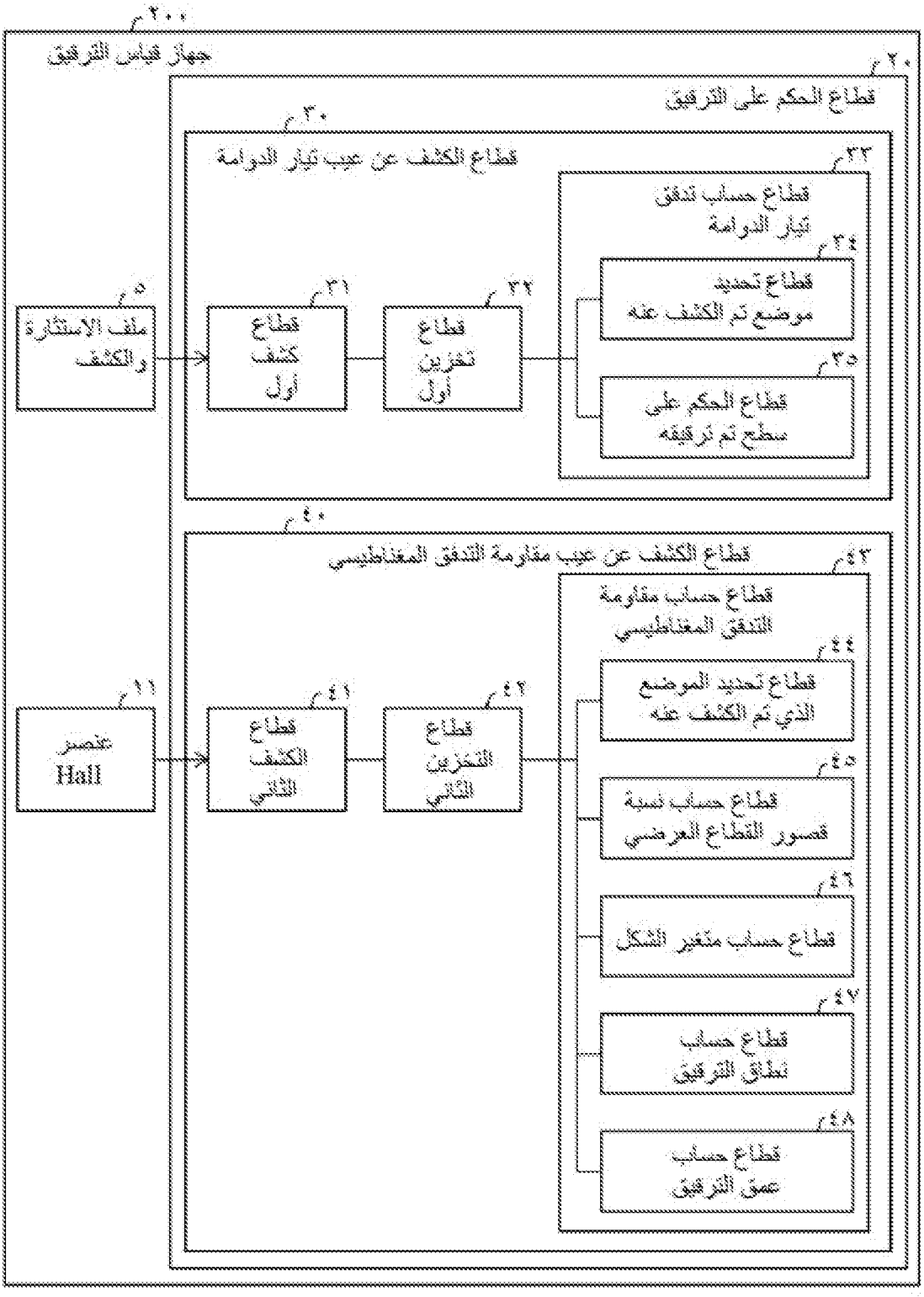
شکل ۲



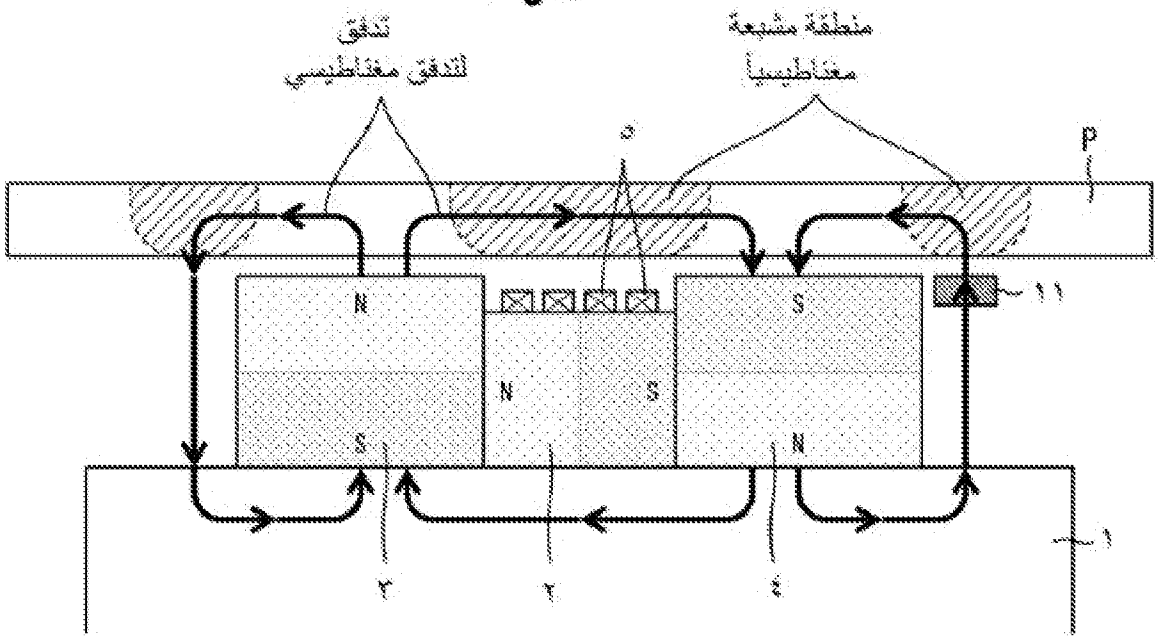
شکل ۳



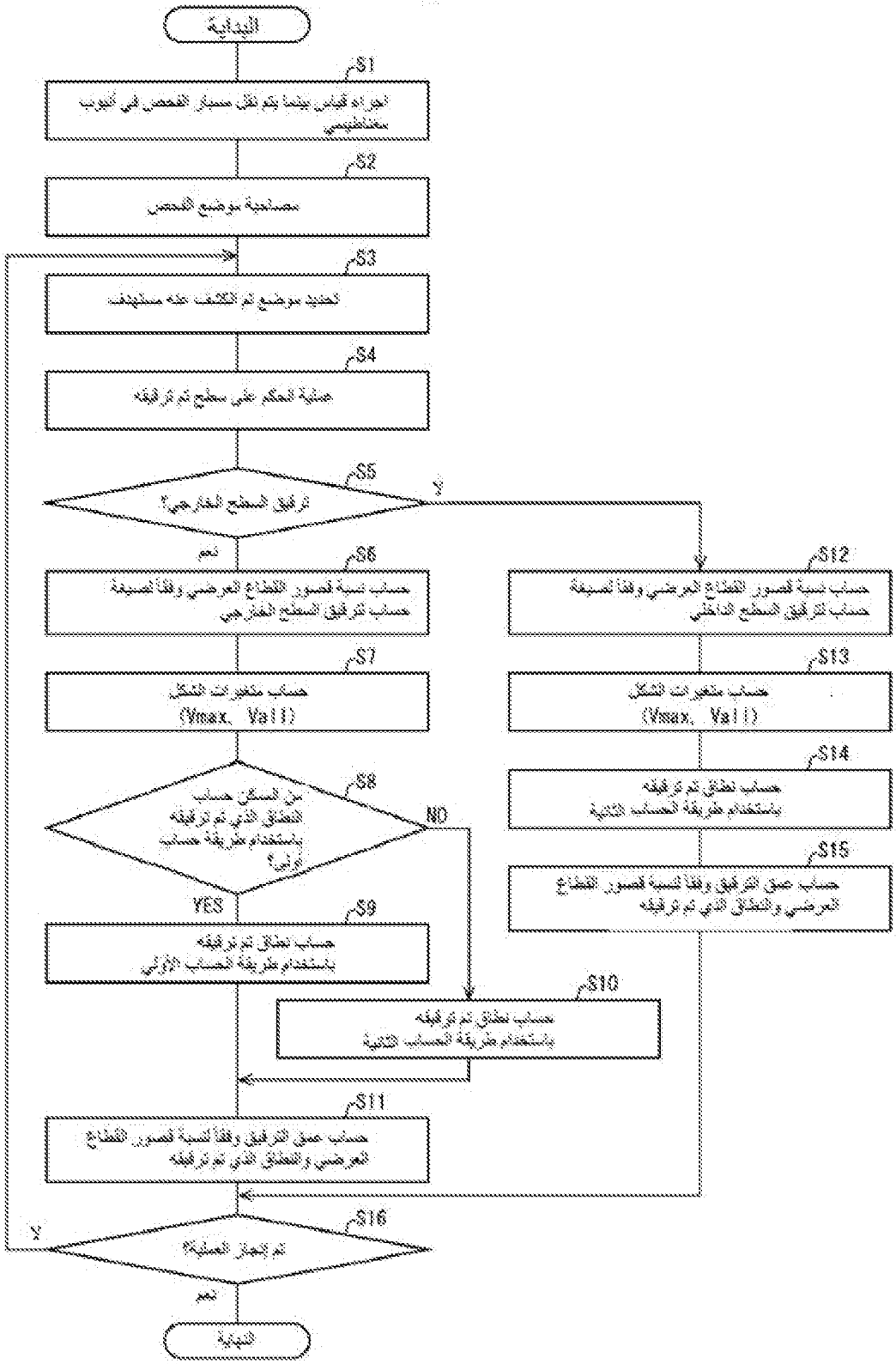
شكل ٤


٢٠٠ر
جهاز قياس الترقيق
٢٠ر
قطاع الحكم على الترقيق
٣٠ر
قطاع الكشف عن عيب تيار الدوامة
٣٣ر
قطاع حساب تدفق تيار الدوامة
٣٤ر
قطاع تحديد موضع تم الكشف عنه
٣٥ر
قطاع الحكم على سطح تم ترقيقه
٣٢ر
قطاع تخزين أول
٣١ر
قطاع كشف أول
٥ر
ملف الاستثارة والكشف
٤٠ر
قطاع الكشف عن عيب مقاومة التدفق المغناطيسي
٤٣ر
قطاع حساب مقاومة التدفق المغناطيسي
٤٤ر
قطاع تحديد الموضع الذي تم الكشف عنه
٤٥ر
قطاع حساب نسبة قصور القطاع العرضي
٤٦ر
قطاع حساب متغير الشكل
٤٧ر
قطاع حساب نطاق الترقيق
٤٨ر
قطاع حساب عمق الترقيق
٤٢ر
قطاع التخزين الثاني
٤١ر
قطاع الكشف الثاني
١١ر
عنصر Hall

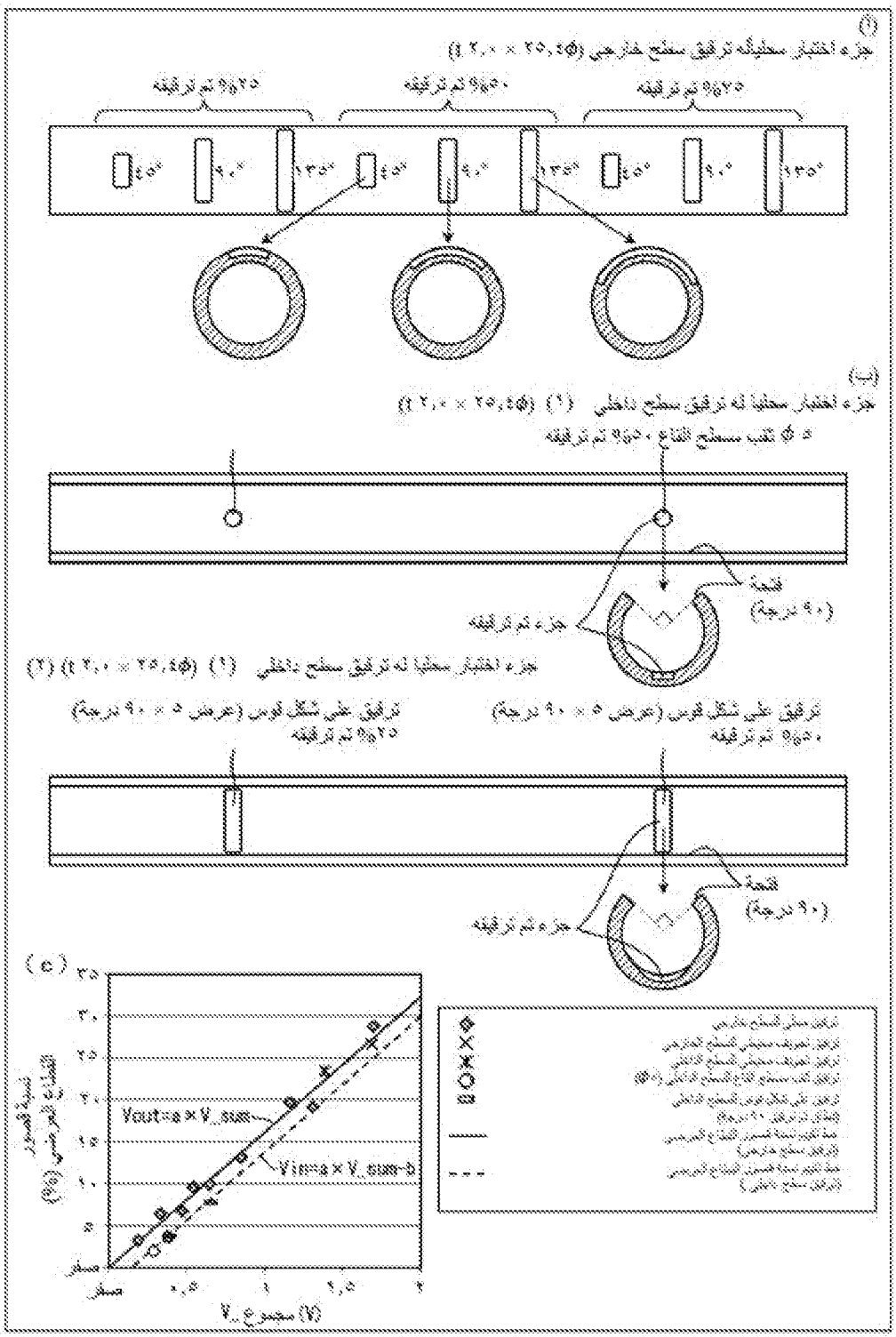
شكل ٥


تدفق
لتدفق مغناطيسي
منطقة مشبعة
مغناطيسياً
٥
P
١١
N
S
N
S
S
N
١
٣
٢
٤

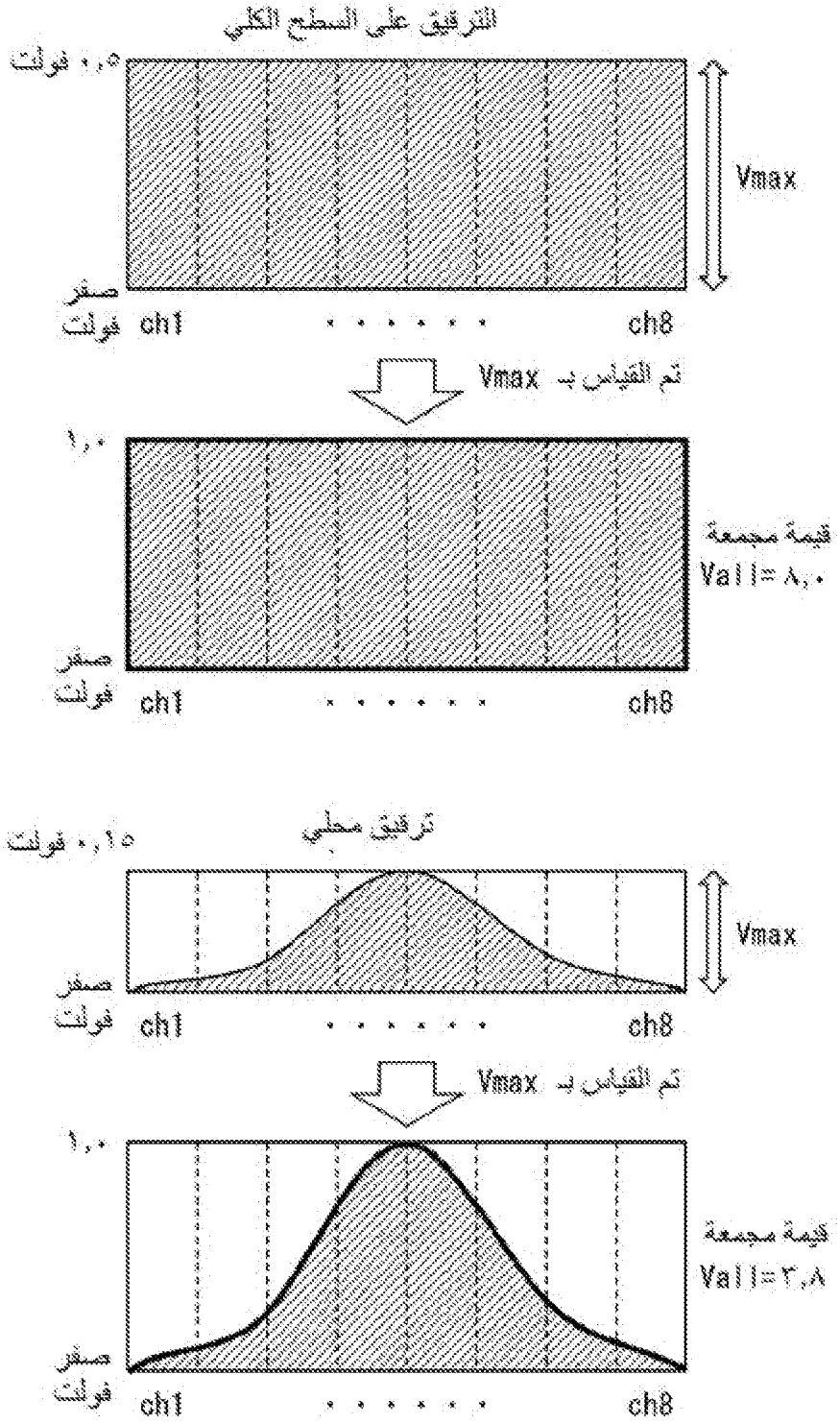
شكل ٦


البداية
S1
S2
S3
S4
S5
لا
نعم
S6
S7
S8
NO
YES
S9
S10
S11
S12
S13
S14
S15
S16
لا
نعم
النهاية

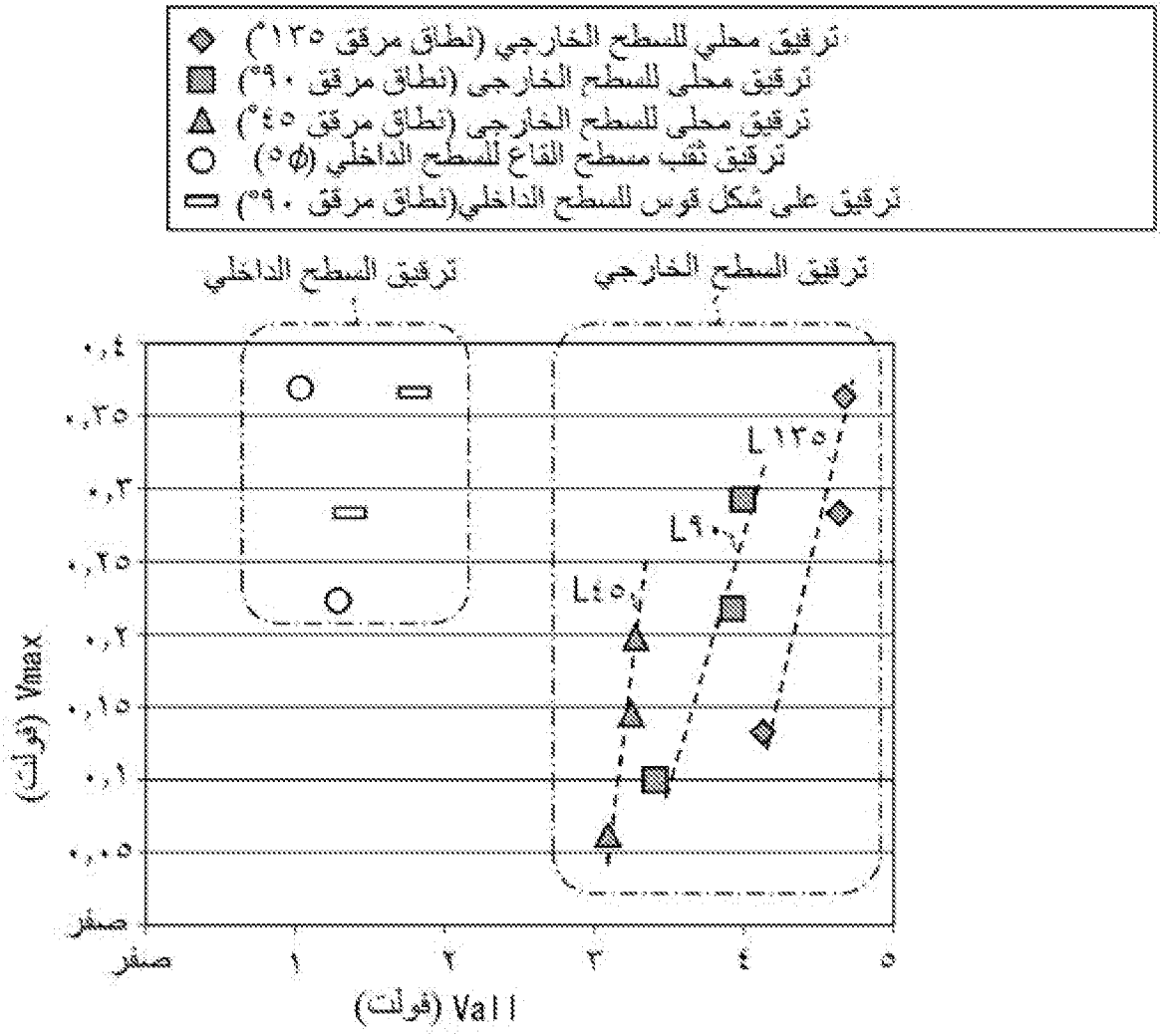
شكل ٧


(أ)
جزء اختبار سطحيًا له ترقيق سطح خارجي (ϕ٢٥,٤ × ٢,٠ t)
٢٥% تم ترقيقه
٥٠% تم ترقيقه
٧٥% تم ترقيقه
٤٥°
٩٠°
١٣٥°
(ب)
جزء اختبار سطحيًا له ترقيق سطح داخلي (١) (ϕ٢٥,٤ × ٢,٠ t)
٥ ϕ ثقب سطح القاع ٥٠% تم ترقيقه
قمة
(٩٠ درجة)
جزء تم ترقيقه
جزء اختبار سطحيًا له ترقيق سطح داخلي (١) (ϕ٢٥,٤ × ٢,٠ t) (٢)
ترقيق على شكل قوس (عرض ٥ × ٩٠ درجة)
٥٠% تم ترقيقه
ترقيق على شكل قوس (عرض ٥ × ٩٠ درجة)
٢٥% تم ترقيقه
(c)
Vout=a × V_sum
Vin=a × V_sum-b
(٧) مجموع V_
٣٥
٣٠
٢٥
٢٠
١٥
١٠
٥
صفر
٠,٥
١
١,٥
٢

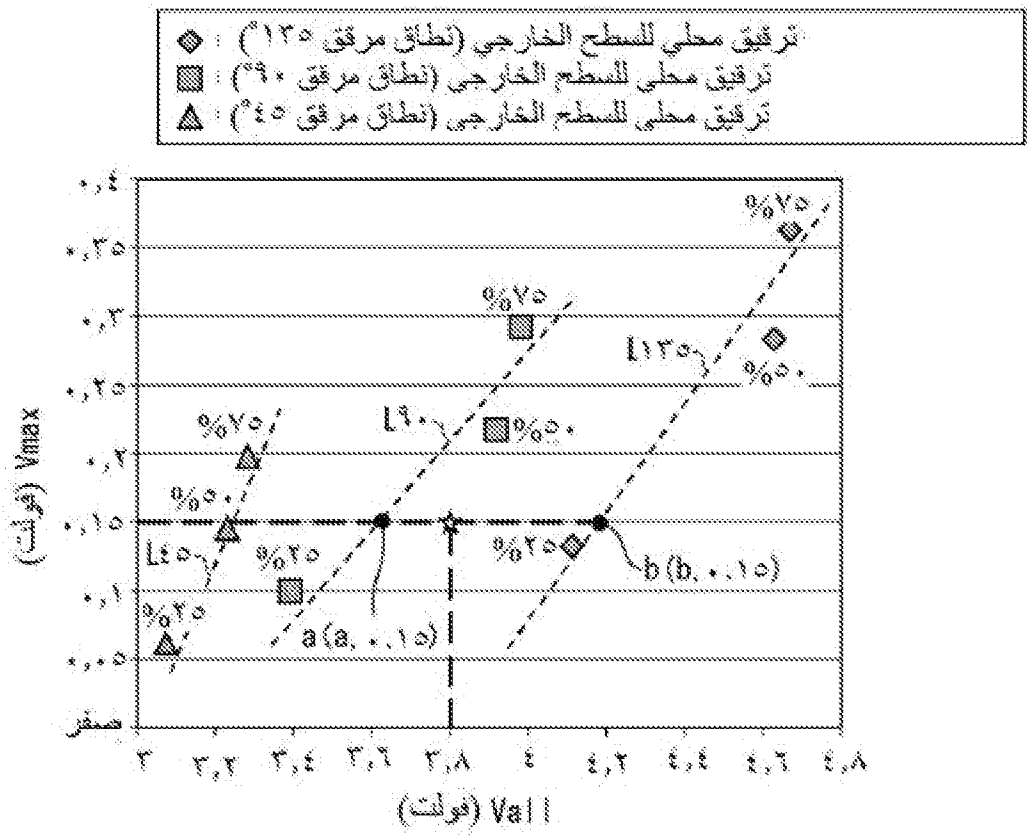
شكل ٨


الترقيق على السطح الكلي
٠,٥ فولت
صفر فولت
ch1
ch8
Vmax
تم القياس بـ Vmax
١,٠
صفر فولت
ch1
ch8
قيمة مجمعة
Vall=٨,٠
ترقيق محلي
٠,١٥ فولت
صفر فولت
ch1
ch8
Vmax
تم القياس بـ Vmax
١,٠
صفر فولت
ch1
ch8
قيمة مجمعة
Vall=٣,٨

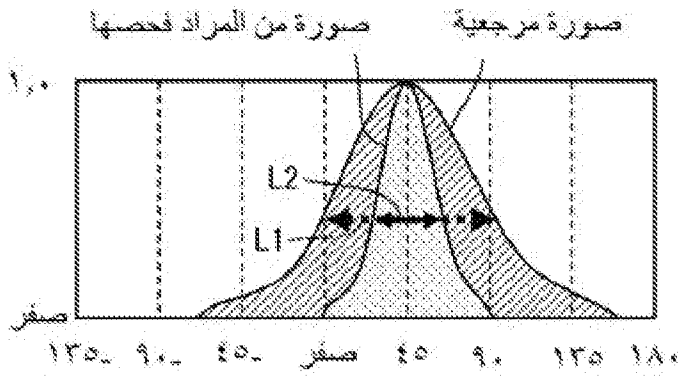
شكل ٩


ترقيق محلي للسطح الخارجي (لطاق مرقق ١٣٥°)
ترقيق محلي للسطح الخارجي (لطاق مرقق ٩٠°)
ترقيق محلي للسطح الخارجي (لطاق مرقق ٤٥°)
ترقيق ثقب مسطح القاع للسطح الداخلي (Ø٥)
ترقيق على شكل قوس للسطح الداخلي(لطاق مرقق ٩٠°)
ترقيق السطح الداخلي
ترقيق السطح الخارجي
L١٣٥
L٩٠
L٤٥
٠,٤
٠,٣٥
٠,٣
٠,٢٥
٠,٢
٠,١٥
٠,١
٠,٠٥
صفر
صفر
١
٢
٣
٤
٥
Vmax (فولت)
Vall (فولت)

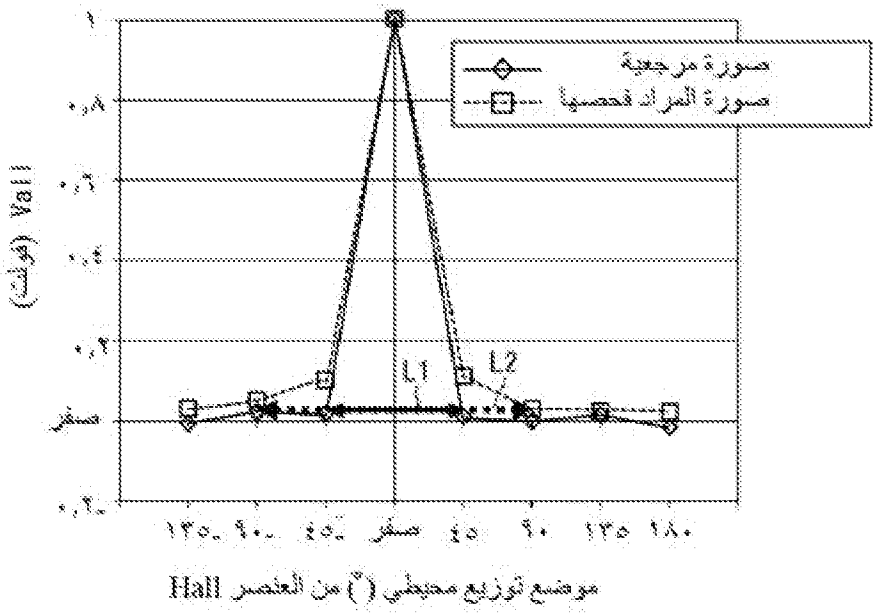
شكل ١٠


ترقيق محلي للسطح الخارجي (نطاق مرقق ١٣٥°)
ترقيق محلي للسطح الخارجي (نطاق مرقق ٩٠°)
ترقيق محلي للسطح الخارجي (نطاق مرقق ٤٥°)
(فولت) Vmax
(فولت) Val
٠,٤
٠,٣٥
٠,٣
٠,٢٥
٠,٢
٠,١٥
٠,١
٠,٠٥
صفر
٣
٣,٢
٣,٤
٣,٦
٣,٨
٤
٤,٢
٤,٤
٤,٦
٤,٨
%٧٥
%٥٠
%٢٥
L١٣٥
L٩٠
L٤٥
a (a, ٠,١٥)
b (b, ٠,١٥)

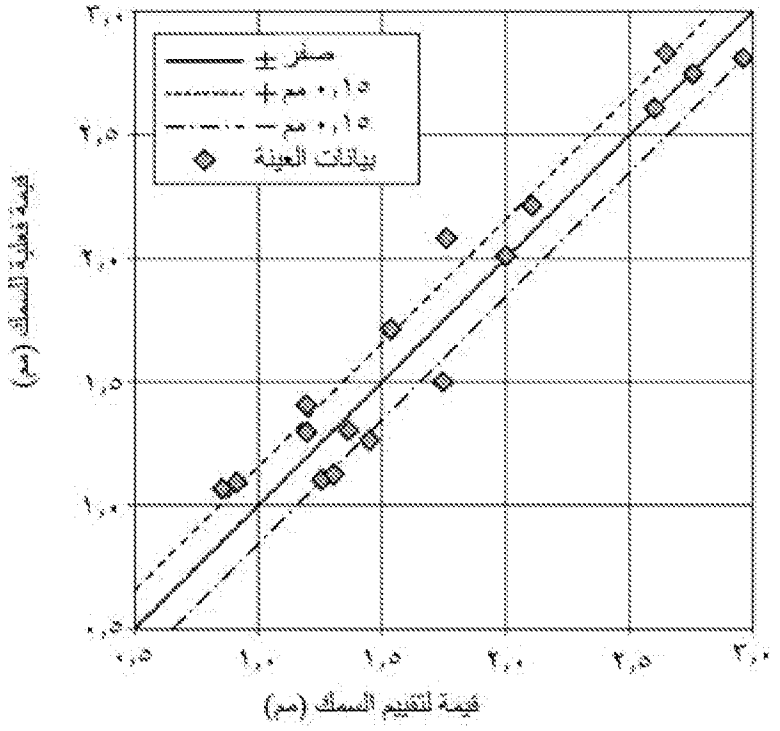
شكل ١١


صورة من المراد فحصها
صورة مرجعية
١,٠
صفر
L2
L1
١٣٥- ٩٠- ٤٥- صفر ٤٥ ٩٠ ١٣٥ ١٨٠
موضع توزيع محيطي (°) من العنصر Hall

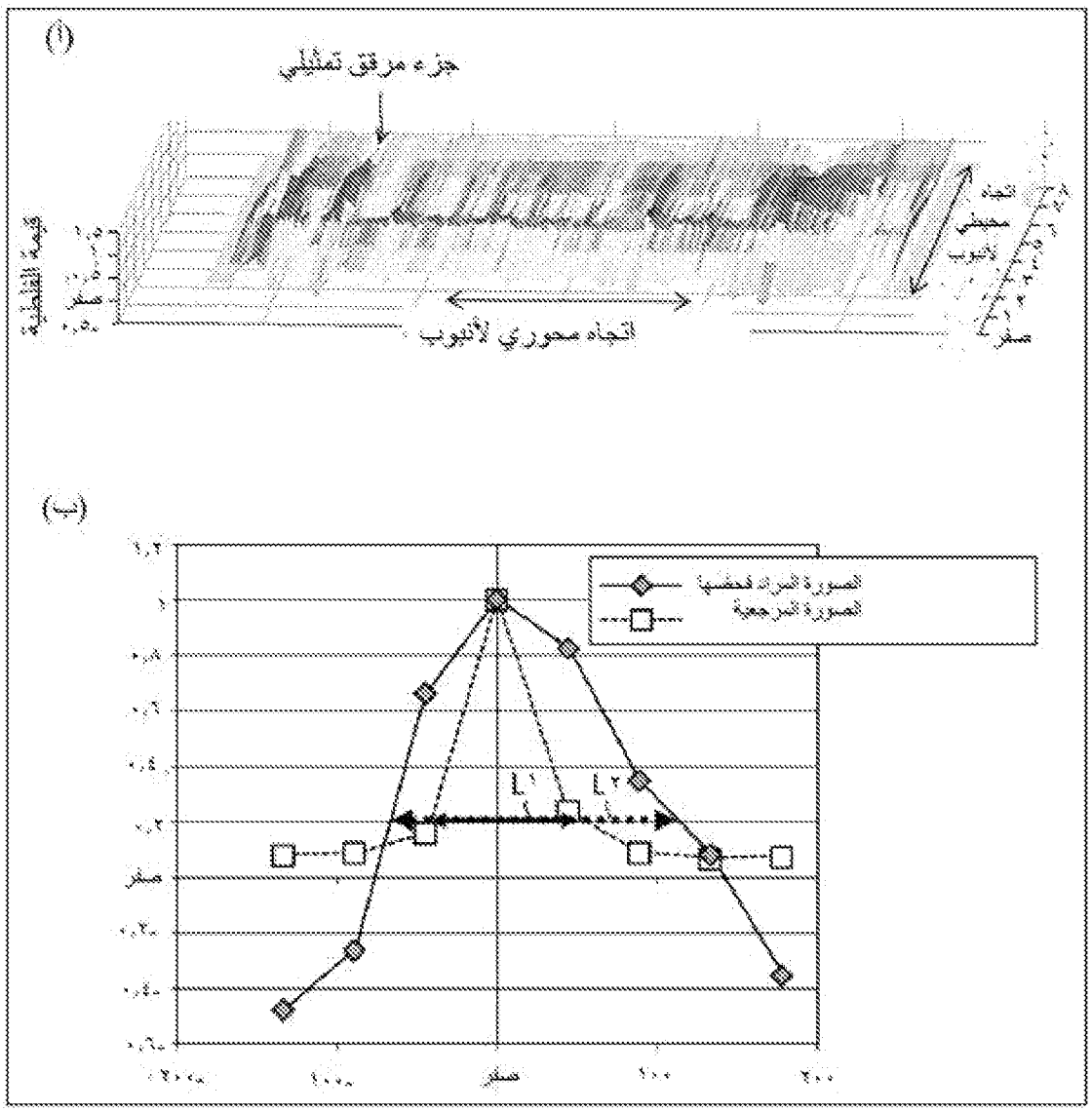
شكل ١٢


صورة مرجعية
صورة المراد فحصها
L1
L2
Vall (فولت)
١
٠,٨
٠,٦
٠,٤
٠,٢
صفر
-٠,٢
-١٣٥ -٩٠ -٤٥ صفر ٤٥ ٩٠ ١٣٥ ١٨٠
موضع توزيع محيطي (°) من العنصر Hall

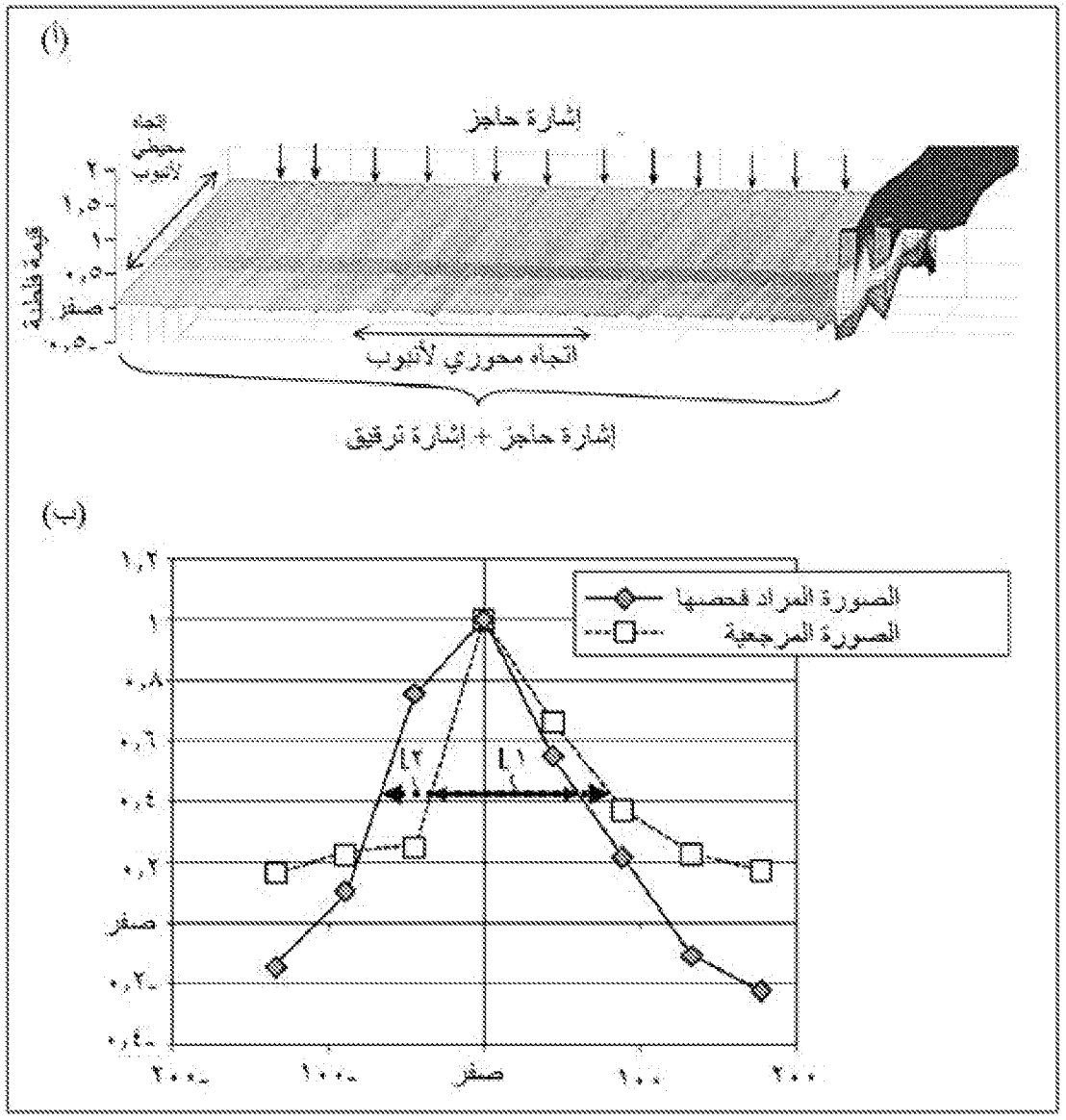
شكل ١٣


صفر ±
صفر + ٠,١٥ مم
صفر - ٠,١٥ مم
بيانات العينة
قيمة فعلية للسمك (مم)
٣,٠
٢,٥
٢,٠
١,٥
١,٠
٠,٥
٠,٥ ١,٠ ١,٥ ٢,٠ ٢,٥ ٣,٠
قيمة لتقييم السمك (مم)

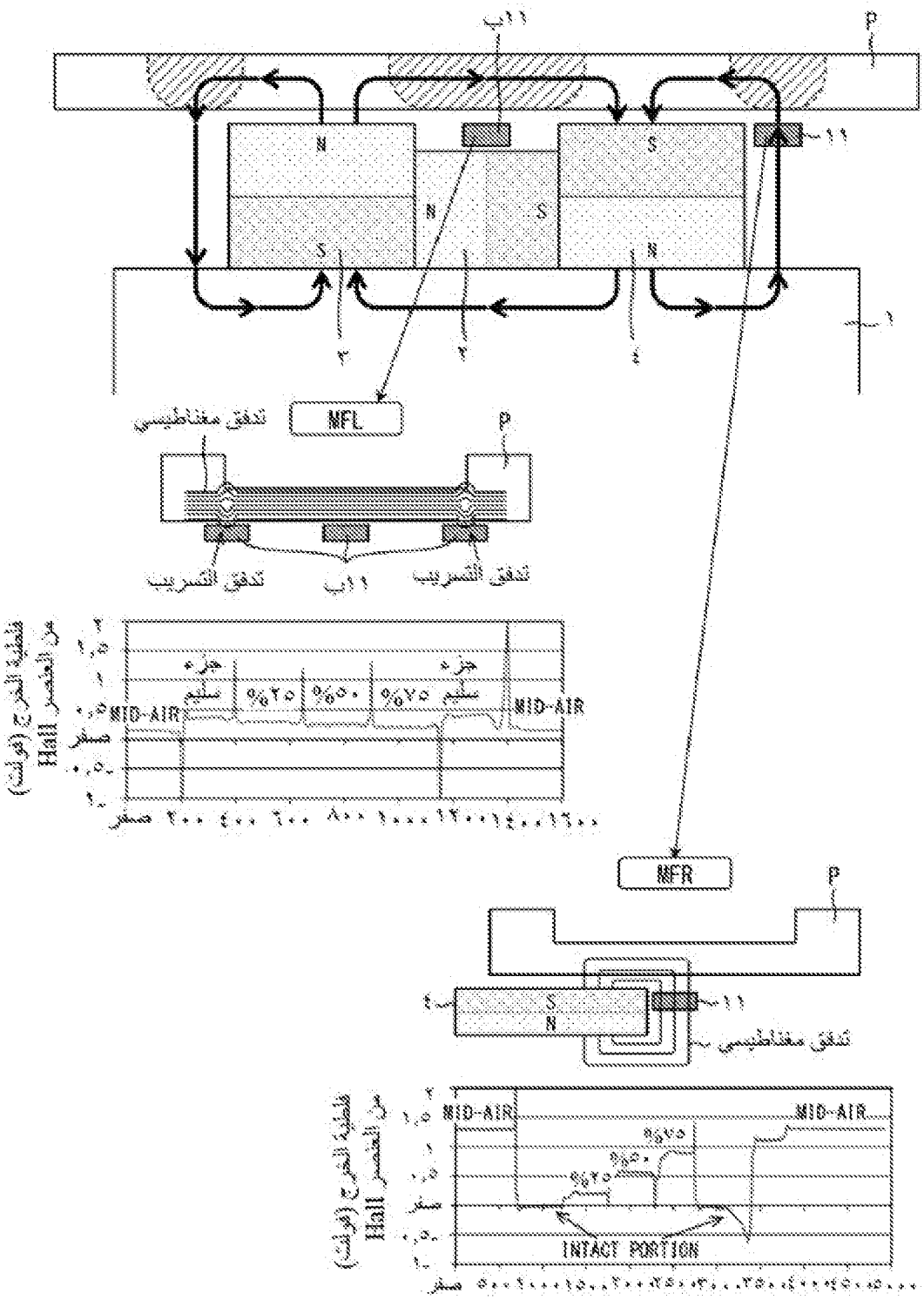
شكل ١٤


(أ)
جزء مرقق تمثيلي
قيمة الفلطية
اتجاه محوري لأنبوب
صفر
(ب)
الصورة المرتد فيها
الصورة المرجعية
L١
L٢
صفر

شكل ١٥


(أ)
إشارة حاجز
اتجاه
انتشار
الموجة
فوق
الصوتية
قيمة فاصلة
٢
١,٥
١
٠,٥
صفر
٠,٥-
اتجاه محوري لأنبوب
إشارة حاجز + إشارة ترقيق
(ب)
الصورة المراد فحصها
الصورة المرجعية
١,٢
١
٠,٨
٠,٦
٠,٤
٠,٢
صفر
٠,٢-
٠,٤-
L٢
L١
٢٠٠-
١٠٠-
صفر
١٠٠
٢٠٠

شكل ١٦


١١ب
P
N
S
١١
١
٣
٢
٤
تدفق مغناطيسي
MFL
تدفق الشريب
تدفق الشريب
١١ب
جزء سليم
%٢٥
%٥٠
%٧٥
جزء سليم
MID-AIR
MID-AIR
MFR
INTACT PORTION

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشـرط تسـديد المقابل المالي السـنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سـقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية.

صادرة عن

الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA