[19] **المملكة العربية السعودية SA**
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة: ١٥٥١
[45] تاريخ المنح ١٤٢٧/١٠/٢٠هـ
الموافق: ٢٠٠٦/١١/١١م

[12] براءة اختراع

[72] **اسم المخترع:** وليام جيه. ريفي
[73] **مالك البراءة:** وليام جيه. ريفي
عنوانه: ٥١٠ فيشر ستريت ، مورهيد سيتي ، نورث كارولينا ٢٨٥٥٧ ، امريكا
[74] **الوكيل:** سليمان ابراهيم العمار

[21] **رقم الطلب:** ٩٤١٥٠٠١٤
[22] **تاريخ الإيداع :** ١٤١٥/٠١/١١ هـ
الموافق : ١٩٩٤/٠٦/٢٠ م

[51] **التصنيف الدولي[٧] :**
Int. Cl.[7] : C23F 000/000

[56] **المراجع:**

براءة امريكية	٥٠٠٩٧٥٧	١٩٩١/٠٤/٢٣م
براءة امريكية	٥٢٠٠٢٧٥	١٩٩٣/٠٤/٠٦م
براءة امريكية	٥٠٥٥١٦٥	١٩٩١/١٠/٠٨م

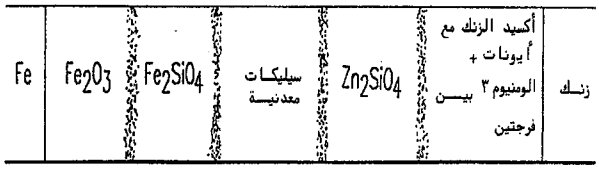
اسم الفاحص : محمد بن سعد اليحيى

[54] **اسم الاختراع:** طريقة وجهاز منع تآكل التركيبات المعدنية

[57] **الملخص:** يتعلق الاختراع الحالي بنظام لمنع تآكل سطح هيكل معدني metal structure متصل مع بيئة تآكل تتألف من:

أ- غلاف سيليكات زنك zinc silicate موصف ، في حالة توصيل مع جزء على الأقل من السطح ، فيه غلاف سيليكات الزنك zinc silicate الموصلة تشكل طبقة فاصلة بين السطح وبيئة التآكل.

ب-وسائل تعطي انحياز صافي نحو السالب إلى هيكل معدني metal structure حيث تتكون الوسائل من مصدر للطاقة لديه قطب سالب موصول مباشرة مع الهيكل المعدني metal structure وقطب موجب موصول مع جزء من الهيكل المعدني metal structure يبعد عن القطب السالب بواسطة مكثف أو مقاومة وطريقة لمنع التآكل باستخدام النظام.



الشكل(١)

٢٣ عنصر حماية ، ٥ أشكال

طريقة وجهاز منع تآكل التركيبات المعدنية

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بصورة عامة بطرق وأنظمة لمنع التآكل في الهياكل المعدنية.

في إنشاء الهياكل المعدنية الكبيرة، يبقى الفولاذ هو الخيار الاقتصادي من المواد، ولسوء الحظ لدى الفولاذ ميل للتآكل بمرور الزمن. تم تطوير مجموعة من الطرق للسيطرة على التآكل في القرون الماضية مع التأكيد على تحديد حياة الهياكل المعدنية metal structures في أجواء التآكل.

تحتوي هذه الطرق على تغليف حماية يستخدم لرفع مقاومة المعادن الحديدية مثل الفولاذ والمعادن غير المعدنية الأخرى مثل الألمنيوم aluminum وتجنب استخدام سبائك أخرى مكلفة، ولهذا فهي تحسن كل من الأداء وتقلل من التكاليف، تقع الأغلفة الحامية في فئتين رئيسيتين، أكبر هاتين الفئتين هي الغلاف السطحي مثل الدهان الذي يعمل كحاجز مادي ضد الجو والفئة الثانية تتألف من تغليف التضحية مثل الزنك zinc والكادميوم cadmium والمصممة لتتآكل لحماية قاعدة المعدن من الهجوم.

الحماية المهبطية والتغليف كلاهما طرق هندسية تهدف إلى التقليل أو منع التآكل، وكل عملية مختلفة : الحماية المهبطية تمنع التآكل بإمرار تيار كهربائي من مصادر خارجية لمهاجمة التآكل الكيميائي الكهربائي العادي. بينما يشكل التغليف حاجز لمنع سريان تيار التآكل أو الإلكترونات بين التي تحدث بين الأقطاب الموجبة والأقطاب السالبة أو في الأزواج المغلفنة، وتزود كل من

هذه العمليات نجاح محدود، ويشكل التغليف أكثر الطرق انتشاراً لمنع التآكل (انظر براءة الاختراع ٣,٥٦٢,١٢٦ والبراءة ٤,٢١٩,٣٥٨). واستخدمت الحماية المهبطية لحماية مئات الآلاف من أميال الأنابيب وهكتارات من سطوح الفولاذ المعرضة للدفن أو الغمس، وتستخدم تقنية الحماية المهبطية للتقليل من تآكل سطح المعادن بتزويدها بتيار مهبطي كافي ليجعل تحولها إلى قطب موجب مهمل (انظر براءات الاختراع ٣,٥٧٤,٨١٢ و٣,٦٨٤,٢٣٤ و٤,٣٨١,٩٨١ و٤,٨٣٦,٧٦٨ و٤,٨٦٣,٥٧٨ و٤,٩٥٧,٦١٢ الأمريكية)، وتعمل فكرة الحماية المهبطية بإطفاء المسافة الكامنة بين الطبقات السالبة والموجبة في السطوح باستخدام تيار كافي باستقطاب المهابط إلى المصاعد anodic الكامنة، وبكلمات أخرى تأثير استخدام التيارات المهبطية عليه أن يقلل من المساحة التي تصبح مصعد وليس تقليل معدل تآكل المصاعد anodic الباقية وتحدث الحماية الكاملة عندما تطفأ جميع المصاعد، ويشير هذا من وجهة نظر كيميائية كهربائية بأنه زودت إلكترونات كافية إلى المادة المراد حمايتها ولذلك فإن أي ميل للمعدن ليتأين أو يذهب إلى محلول محيد، وهناك اختلافات في الرأي بين مؤيدي التغليف بالدهان ومؤيدي الحماية المهبطية بجانب التغليف على جانب واحد لا يحسبون فوائد الحماية المهبطية مدعين بأن التغليف الجيد هو الحماية الوحيدة الضرورية للفولاذ.

ومن ناحية أخرى فإن بجانب الحماية المهبطية يدعون بأن أي فولاذ مدفون أو مغموس يمكن حمايته جيداً بإنشاء نظام حماية مهبطية هندسي، وهناك عدة شروط ليكون نوع أفضل من نوع آخر، وتحت أغلب الظروف فإن أفضل طريقة حماية عادية من التآكل هي مجموعة من كل من الطريقتين، ولكن حتى بوجود الطريقتين معاً لا يزال يوجد مشاكل، عمل التغليف بالزنك zinc غير العضوي سابقاص بالسماح بتآكل محدود للزنك zinc المدخل لتزويد إلكترونات حرة كافية ليحول دون إزالة الإلكترونات من الفولاذ خلال عملية التآكل، وتحت الظروف العادية فإن التعرض إلى الجو الصناعي في الولايات من المتوقع وجود طبقتين لحماية الفولاذ من التآكل من

٤ إلى ٦ سنوات اعتماداً على الطقس. الانغماس في أجواء المياه المالحة نفس التغليف يحمي من
[illegible] عند استخدام لحماية الأنواع الموجودة في جسور الطرق أو أسفل السيارات
ثبت أن الزنك غير العضوي أقل نجاحاً لأن التلامس المستمر مع أيونات الكلوريد chloride ions
والرطوبة يسرّع من التضحية بمعدن الزنك في الغلاف ويزيل الأغلفة العضوية العلوية. وتدمير
٥ الأغلفة العضوية العلوية فوق أغلفة الزنك غير العضوية هو شديد في هذه الحالات، وبشكل عام
نشأ عبر هذه المشكلة دخول الماء من خلال الغلاف العضوي الملامس الذي يلامس الزنك
وإطلاق هيدروجين hydrogen كافي من عملية التآكل لإزالة الطبقة العضوية العلوية. تدمير
الأغلفة العضوية العلوية الموجودة فوق أغلفة الزنك غير العضوية كان شديداً في هذه الحالات.
عند وجود الحماية المهبطية في نفس الوقت، وعندما استخدمت الحماية المهبطية في النظام سبب
١٠ جهد الإلكترونات إزالة الغلاف العلوي وبسرعة زادت حتى عدم تزويد التيار، في التآكل المغلفن
فإن المعادن الموصلة أو شبه الموصلة من نوع n (مثل الأفلام والقشور) تكون معرضة للخطر
من وجهة نظر المهاجمة الموضعية الناجمة عن قدرة الأفلام السطحية لدعم التفاعلات المهبطية
وبالتالي تزويد تأثير مغلفن لعملية التآكل، هذا لا يعني أن نقول أن المواد غير الموصلة من نوع
n غير معرضة للخطر، الاستثناء الواضح لذلك هو الألمنيوم aluminum حيث ينتج معه فلم
١٥ رقيق جداً (نيكل nickel و نحاس copper) يدعم نقل الإلكترونات بحالات الأنفاق أو السطح،
ويمكن أن يقال بأن التأثير المغلفن على التآكل الموضعي عندما يحدث في الأنظمة المائية يحتاج
إلى مادة مهبطية قادرة على دعم اختزال H^+. وهذه هي الحالة على الأغلب للنوع n من أشباه
الموصلات أو للموصلات المنحلة أو للأفلام الرقيقة جداً. وتقع مواد التآكل خاصة الصلبة تحت
ثلاثة مجموعات اعتماداً على قدرتها لتكون كأقطاب كهربائية وهي العازلات والموصلات وأشباه
٢٠ الموصلات والخط الفاصل بين هذه الفئات ضبابي وخاصة الأكسيد oxide و الكبريتيد sulfide
يمكن أن يظهر مجال من التوصيل معتمداً على درجة التشكل. لقد تم سابقاً ملاحظة أن هذا هو

تطور ثنائي مغلفن بين مواقع المصاعد anodic (التأكسد oxidizing) ومواقع المهبط cathodic (الاختزال reducing) بعد غمس سطح معدني في محلول موصل لمركبات أيونية ionizable compounds مثل ماء البحر seawater.

ويسمح هذا الثنائي المغلفن بنقل الإلكترونات من خلال المعدن المتآكل من الأيونات ions المتكونة بالتأكسد نحو المصاعد anodic إلى أيونات ions مختزلة عند المهابط، ونتيجة لذلك يحول المعدن إلى مركبات مختلفة عند المصاعد anodic واختزال الأيونات ions يحدث عند المهابط حتى تحول جميع المادة الأصلية إلى حالة منخفضة من الطاقة الكيميائية.

وصف عام للاختراع

طبقاً لذلك يهدف الاختراع إلى التزود بطريقة لمنع التآكل للهياكل المعدنية باستخدام تكنولوجيا أشباه الموصلات وبدون وجود مصاعد خارجية أو مادة متأينة أو سريان للتيار الكهربائي، وهدف آخر للاختراع هو التزود بنظام لحماية الهياكل المعدنية من التآكل، بحيث يزود حماية طويلة الأمد مع الحد الأدنى من الصيانة. وهدف آخر للاختراع هو التزود بنظام وطريقة لمنع تآكل الهياكل المعدنية التي تكون مغموسة في الماء أو معرضة للهواء أو في كلاهما. وهدف آخر للاختراع هو التزود بنظام وطريقة لمنع تآكل الهياكل البحرية التي تعمل على حماية الأضرار من الكائنات البحرية الدقيقة.

ثم تلبية هذه الأهداف باكتشاف نظام لمنع تآكل أسطح الهيكل المعدني surfaces metal structure الملامس لجو تآكل يتألف من:

أ- غلاف من سيليكات الزنك zinc silicate الموصلة يتصل بالتلامس مع جزء على الأقل من السطح الخارجي للهيكل المعدني، حيث يشكل غلاف سيليكات الزنك zinc silicate طبقة عازلة بين السطح الخارجي وجو التآكل و

ب- طريقة لفصل (لمنع) التوجه الكلي نحو السالب في هيكل المعدن. وتتألف الطرق من مصدر للطاقة لديه طرف سالب موصول مباشرة مع الهيكل المعدني metal structure والطرف الموجب الموصول مع جزء من الهيكل المعدني metal structure وبعيداً عن الطرف السالب بواسطة مكثف أو مقاومة.

وتتألف اكتشاف طريقة لمنع التآكل من:

١- تنظيف ا لسطح الخارجي لهيكل معدني.

٢- تغليف السطح الخارجي للغلاف معتمداً على سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية.

٣- إحداث وإبقاء تحول نحو السالب على الهيكل المعدني metal structure .

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

يمكن الحصول مباشرة على فهم كامل للاختراع والعديد من الفوائد التي يقدمها بالإشارة إلى الوصف التالي المفصل عند الأخذ بالاعتبار الأشكال المرافقة وفيها:

الشكل ١: يبين تمثيل مخطط لغلاف من الاختراع الحالي على هيكل حديدي iron structure .

الشكل ٢: يبين تمثيل مخطط لهيكل دقيق مثقب لغلاف من الاختراع الحالي.

الشكل ٣: يبين شكل جهاز يستخدم للحصول على بيانات مقدمة في الجدول ٢ أدناه.

يتعلق الاختراع الحالي بنظام لمنع تآكل سطح أو سطوح من هياكل معدنية metal structure متلامسة مع أجواء تآكل، ولدى الهيكل المذكور سطح خارجي، والنظام المذكور يتألف من:

أ- غلاف من سيليكات الزنك zinc silicate الموصلة على اتصال مع جزء واحد على الأقل من السطح الخارجي المذكور والغلاف المذكور يشكل طبقة بينية بين السطح الخارجي المذكور وجو التآكل و

ب- طرق لمنع توجه الشحنات السالبة نحو الهيكل المعدني metal structure المذكور، وتحتوي الوسائلا لمذكورة على مصادر للطاقة لديها قطب سالب موصول مباشرة مع الهيكل المعدني metal structure المذكور وقطب موجب موصول مع جزء من الهيكل المعدني metal structure المذكور وقطب موجب موصول مع جزء من الهيكل المعدني metal structure بعيداً عن القطب السالب بواسطة مكثف أو مقاومة

ويتعلق الاختراع الحالي أيضاً بطريقة لمنع التآكل تتألف من:

وتتألف اكتشاف طريقة لمنع التآكل من:

١- تنظيف ا لسطح الخارجي لهيكل معدني.

٢- تغليف السطح الخارجي للغلاف معتمداً على سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية.

٣- إحداث وإبقاء تحول نحو السالب على الهيكل المعدني metal structure .

ويتألف النظام الحالي من اثنين من المكونات:

[illegible] zinc silicate و

٢- طرق لمنع التوجه السالب نحو الهيكل المعدني metal structure المستخدم عليه الغلاف، ويستخدم هذا الغلاف عادة مع السطح المعدني بعد تنظيفه يفضل بواسطة القذف الرملي بالحبيبات أو طرق مماثلة وسيكون للسطح شقوق عديدة من ٠,١ إلى عدة ملمترات في العمق، ويجب أن يستخدم التغليف المعتمد على الزنك zinc على عمق يزيد بمقدار ٢مل على الأقل عن عمق الحبيبات المتكونة من القذف للمعدن والأفضل من ٢-١٠مل في السماكة ويفضل من ٧-٩مل في السماكة.

والغلاف المعتمد على غلاف سيليكات الزنك zinc silicate يمكن أن يكون نفس الغلاف المكتشف في براءة الاختراع الأمريكية رقم ٥,٠٠٩,٧٥٧ وهو مدمج هنا كمرجع. الوحدات البنائية الأساسية للتغليف بالزنك zinc غير العضوي هي السليكا silica و الأكسجين oxygen و الزنك zinc ، وفي الأشكال السائلة تكون جزيئات صغيرة نسبياً من السليكات المعدنية metallic silicate مثل سليكات الصوديوم sodium silicate أو السليكات العضوية organic silicate مثل سليكات الايثيل ethyl silicate وهذه مواد أحادية البلمرة مرتبطة مع تركيب مكون من السليكا silica والزنك zinc والأكسجين oxygen وهو الفلم الأساسي السابق أو المثبت لجميع تغليفات الزنك zinc غير العضوية. ومن أغلفة الزنك zinc غير العضوية المستخدمة في الاختراع الحالي سليكات silicate الكيل المتوفرة تجارياً أو أنواع السليكات silicate المميهة القلوية. ومن الدهانات المتوفرة تجارياً Carbozinc WBD7 الذي تصفه Carboline ، وهناك ثلاثة مراحل أساسية في تكوين غلاف الزنك zinc غير العضوي، التفاعل الأول هو تركيز السليكات silicate في الغلاف بواسطة التبخير بعد استخدام الغلاف على السطح.

وبعد تبخر المذيب تقترب جزيئات السليكات silicate و أكسيد الزنك zinc oxide للاتصال عن قرب وتكوين في موضع تفاعلي ويزود هذا التبخر الأول المذيب التسبب الأول الفلم على سطح هيكل المعدن، يمكن أن يجري التبخير بأي طريقة ملائمة مثل استخدام الحرارة أو بدفع الهواء على السطح أو التبخر الطبيعي. التفاعل الثاني هو أكسدة الزنك oxidation zinc والمعدن الأيوني ions الذي يحفز بدء تفاعل الزنك zinc وأكاسيد الحديد iron oxides مع جزئي السليكات silicate لتكوين بوليمر سليكات الزنك zinc silicate polymer .

والتفاعل الثالث هو إكمال تفاعل الفلم باستمرار تكوين أيونات الزنك zinc ions التي تتفاعل بزيادة حجم بوليمر سيليكات الزنك zinc silicate وتتصل بالتقاطع لتكوين تركيب لا يذوب بالمرة ومقاوم وذو ثلاثة أبعاد ويستمر هذا التفاعل بدون نهاية خلال فترة حياة التغليف حتى يصل إلى مستوى مفيد خلال يوم إلى ثلاثة أيام. هذا التركيب مبين في الشكل ١. هذا التكوين من الفلم الرقيق هو تفاعل فريد نسبياً في الكيمياء غير العضوية لأن المواد العضوية لا تشكل أفلام ملتحمة رقيقة. والفلم غير العضوي الآخر هو الذي يتكون باندماج المادة غير العضوية مع مادة قاعدية لتكوين سيراميك ceramic ديناميكي. وقبل استخدام تغليف سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية يجب ألا تحتوي على أكثر من ٧٥٪ من غبار الزنك zinc . وبعد تجفيف الفلم يجب أن تكون محتويات زنك الفلم الجاف ٨٠٪ بالوزن على الأقل والأفضل ٨-٩٢٪ والأفضل من ذلك ٦٥-٨٩٪. وإذا كان محتوى الفلم الجاف أكثر من ٩٢٪ فإن ذلك يؤثر على الفلم، وتطوير خصائص شبه التوصيل في أكسيد الزنك zinc oxide حصلت من خلال تعديل الشبكة البلورية. وتتألف الشبكة البلورية من أكسيد الزنك zinc oxide النقي من ترتيب دوري لأيونات الزنك zinc ions والأكسجين oxygen (ZNO). وشحنات هذه الأيونات ions تؤلف الرابطة الأيونية القوية للتركيب البلوري وهير غير متوفرة للتوصيل، ومع عدم وجود الكترونات حرة يكون التوصيل الكهربائي منخفض والمادة عازلة، وأحد الطرق لتطوير خاصية شبه التوصيل في

أكسيد الزنك zinc oxide هي بإدخال ذرات زنك zinc في أكسيد الزنك zinc oxide سبب اختلال التفاعل مع عوامل اختزال مثل أحادي أكسيد الكربون carbon monoxide و الهيدروجين hydrogen عند درجات حرارة متصاعدة (حوالي ٤٠٠-٩٠٠ مئوية). وكل ذرة أكسجين تزال تطلق ذرة من الزنك zinc وإلكترونين. وتتحرك ذرة الزنك zinc إلى مساحة فارغة بين ذرات الأكسجين oxygen وهذا ما يدعى "بالذرة البينية" والشحنة على تلك الذرة وتراكم الإلكترونات كان موضوع خلاف بين المكتشفين لمدة نصف قرن. ويبدو أنه يمكن لذرة الزنك zinc البينية مقادير مختلفة من الشحنة (Zn^{++}, Zn^{+}, Zn) واعتماداً على درجة الحرارة وعدد الإلكترونات الحرة. فمثلاً عند درجة حرارة الغرفة يمكن أن توجد الذرة بشكل Zn^{++} تاركة الكترون واحد كشحنة حاملة، و أيون الزنك zinc ion Zn^{+} يساهم في التوصيل الكهربائي للبلورة وفي الحقيقة فإن بعض الباحثين يساوي مثل ذلك التوصيل مع تركيز الزنك zinc للفائض. ويجب أن يلاحظ أن المجال الكهربائي البيني المولد في نظام الاختراع لا يكون بسبب أي جهد مبذول من الخارج ولكنه مدمج داخلياً عند شبه التوصيل المعدني، وتحتوي الأسطح المعدنية طبقات ثنائية القطب موجبة عندما تفصل بواسطة أشباه موصلات لتكوين معدن شبه موصل وأكسيد المعدن (عازل). تركيب شبه موصل، وينتج عن هذه الطبقات من الشحنات مجال كهربائي مدمج يؤدي إلى إخفاء الحاجز الإلكتروني النشط، ويمكن إضافة لذلك اختيار غلاف شبه موصل لسطح معدني محققاً كل من الحاجز التقليدي وكذلك الحاجز النشط الجديد، ويمكن أن يطور سطح معدني طبقة ثنائية القطب موجبة، والحاجز الإلكتروني النشط المرتبط في أكسيد المعدن (العازل) من شبه الموصل p – لتشكيل mo5.

ويمنع الحاجز الإلكتروني النشط النقل الصافي للالكترونات من سطح المعدن الأنواع المؤكسدة مما يؤدي إلى إمكانية أقل للأكسدة / التآكل. وإضافة لذلك يمكن أن يساعد الحاجز الالكتروني في مناطق لديها ثقوب دقيقة في الطبقة شبه الموصلة. في هذه المنطقة نتوقع مجال كهربائي محدود

تقليل نقل الالكترونات. ويبدو معدن الزنك المغطى بأكسيد الزنك zinc oxide مثل صمام ثنائي حيث تنتقل الالكترونات بسهولة أكبر من قاعدة المعدن الى الأكسيد oxide من الانتقال من الأكسيد oxide إلى قاعدة المعدن. وفي حالة التغليف بسيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية فإن أي الكترونات تنتقل من مادة الفولاذ يجب أن تصادف طبقة أكسيد الحديد iron oxide وتنتقل إلى طبقة سيليكات الحديد iron silicate وتمر من خلال الزنك zinc وطبقة السيليكات silicate لتدخل إلى معدن الزنك. ويمكن أن يحدث التآكل السطحي عند السطوح الفاصلة بين السائل والصلب إذا دخلت أيونات الزنك zinc ions السائل من معدن الزنك عند السطح. ولحدوث ذلك يجب أن تغادر الالكترونات أكسيد الزنك zinc oxide وتتحرك إلى منطقة مهبط من خلال طبقات أكسيد الزنك zinc oxide أو سيليكات الزنك zinc silicate . ولمنع تآكل معدن الزنك zinc عند سطح التغليف ستكون الطريقة العادية هي تزويد فائض من الالكترونات عند سطح الزنك zinc بتزويد مصعد خارجي إما أن يكون مغلفن مضحى به أو تزويد جهد كهربائي وعداد لجريان التيار إلى ذلك المعدن المتآكل.

وتزود طريقة الاختراع الحالي وسائل بديلة للسيطرة على التآكل بالتحكم بجريان الالكترونات من الزنك zinc المؤين إلى السطح الفاصل مع الماء. ويتم هذا بمنع جريان الالكترونات من مواقع التآكل المصعدية إلى المواقع المهبطية وتأسيس تيار ضئيل يسري داخليا إلى غلاف سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوي. وفي عملية التآكل يتم توليد الالكترونات الأولية وأيونات الزنك zinc ions من الزنك zinc إلى أكسيد الزنك zinc oxide . وعلى كل فإن الإحلال المستمر لهذه المواد يجب أن يأتي من خلال معدن الزنك خلال شبه الموصل أكسيد الزنك zinc oxide نوع –n. الاتصال بين أكسيد الزنك zinc oxide وغبار الزنك zinc والاتصال خلال سيليكات الزنك zinc silicate أو الصوديوم أو الحديد أو أكسيد الحديد في الفولاذ يوجد نشاط شبه موصل من نوع n-p-n. عندما تتحول الشحنة السالبة مع تقاطع صمام ثنائي من pn (–)

على جانب -p- والموجب (+) على جانب -n- فإنه يجري منع جريان التيار والصمامات الثنائية من السليكون الاعتيادية بتخفيض جريان التيار تحت ١ ملي امبير. وهذا يؤسس في نفس الوقت تكثيف في المنطقة المحذوفة من التقاطع بمقدار 40pf. ويمكن الحصول على قيم مماثلة جدا في النظام الحالي. وهذا ممكن لإنه إذا تحولت الشحنة السالبة نحو مادة المعدن في دائرة التكثيف فإن تقاطع pn من غلاف سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية سوف يرى شحنة موجبة من الحركة الأولية للالكترونات نحو السطح الفاصل مع الماء. ولهذا جانب p يرى جهد سالب وجانب n يرى جهد موجب وتيار التآكل يتوقف ما عدا مقدار ضئيل من "تيار حلفي" ويمكن أن يعتبر ذلك بأنه آلية من شبه التحيز الذاتي.

وبإغلاق سريان الالكترونات إلى سطح الغلاف يمنع التضحية بتآكل الزنك zinc وأغلفة سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية وبذلك تمتد فترة حياة الغلاف كثيرا دون تخفيض حماية التآكل المقدمة لمادة المعدن. ونظام الاختراع الحالي يختلف عن طرق السيطرة على التآكل السابقة بأنه يحذف تفاعلات التأكسد والاختزال لا من خلال استبدال الالكترونات بسيط لنظام حماية مهبطي عادي ولا باستثناء المتفاعلات الكيميائية كما هو في تغليف الدهان العادي، ولكن بواسطة كبح الالكترونات في السطح الفاصل واللازم للتآكل وهذا يؤسس ابتعاد كلي عن الممارسات السابقة من حيث أن فلم الدهان لا يعاني من الانحلال الجوي المستمر إلى حد أنه لا يكون حاجة لتزويد عزل حماية للهيكل. يشكل غبار الزنك zinc من غلاف الاختراع الحالي تقاطع pn حيث السطح الفاصل بين الزنك zinc وأكسيد ويصبح أكسيد الزنك zinc oxide شبه موصل من نوع n ونوع p. وهذا يشكل بصورة فعالة تأثير مجال للترانزيستور (FET). والتغليف المتمم مبين بالشكل ٢. وهو يبين طبيعة مثقبة من غلاف سيليكات الزنك zinc silicate (٤) من الاختراع الحالي. ودقائق الزنك zinc (I) تغطيها طبقة أكسيد الزنك zinc oxide ٢ مع دقائق غلاف الأكسيد oxide المختلفة المحاطة بماسك سيليكات المعدن الثقيلة العازلة (٣) وفي

الوسط الفاصل (٥) بين الغلاف وهيكل المعدن يوجد طبقة من سيليكات المعدن العازلة. وتركيب غلاف [illegible] من الاختراع الحالي يمثل ظاهرة مجال التأثير للترانزيستور لشبه الموصل من أكسيد المعدن (MOSFET) وتكون مواد من نوع n أو نوع p.

لا يوجد تلامس كهربائي MOSFET بين المصدر والسحب.

٥ تفصل طبقة عازلة تشبه الزجاج تلامس بوابة المعدن عن باقي الهيكل. وهي تعمل كما يلي:

في تقاطع "p-n" يوجد حاجز شحنة فارغ وفي هذه المنطقة تخفف كثافة الحامل العادي بواسطة متطلبات الديناميكا الحرارية للتوازن عند التقاطع. وإذا تضمنت هذه المنطقة جزء عالي من العينة فإن وسائل تعديل المقاومة لتلك العينة تتوفر مباشرة لأنه بواسطة اختلاف الجهد على التقاطع يجعل عرض هذه المنطقة يختلف إلى حد واسع. وبزيادة الجهد المناسب على البوابة ١٠ نستطيع إنقاص المقطع العرضي لمنطقة التوصيل ليتمكن التيار من المرور من المصدر إلى السحب. ولأنه من الصعب تمديد حاجز منطقة الشحن لمسافات كبيرة (أكبر من ٠,١ سم) فإن هذا الجهاز يجب أن يكون صغير أو مقسم إلى مناطق صغيرة بحيث يمكن للحاجز أن يمتد فوق منطقة التوصيل كلها. والتوزيع الكامن للجهود المختلفة المستخدمة على البوابة يتبع معادلة Poisson's:

$$d^2V/dx^2 = -4\pi\rho(x)/\kappa$$

١٥

حيث p كثافة الشحنة عند النقطة x , v قيمة الجهد و v_0 جهد (البنش أوف) و k هي معكوس نصف قطر فضاء الأيون 1/k حيث يعرف نصف قطر الأيون بأنه المسافة من السطح المشحون إلى المحلول داخل الجزء الرئيسي من التفاعل الكهربائي مع السطح. ونصف قطر فضاء الأيون يعرف بأنه طول دي باي ويكون السماكة الفعالة للطبقة الكهربائية الثنائية.

يحصل نظام الاختراع الحالي على المناطق الصغيرة المطلوبة من حجم دقائق غبار الزنك zinc

وفي غلاف الاختراع الحالي المعدن –p مجاور لأكسيد n. ومحاط ومعزول بواسطة السيليكات. ويعمل التركيب الكلي كما لو كانت مادة الفولاذ بوابة يعمل منها املجال. وتحت طرق الحماية العادية الزنك zinc الموجود في الغلاف ينخفض من المصفوفة مما يؤدي إلى فشل نهائي للغلاف ومادة الفولاذ تبدأ بالتآكل. واستنزاف الزنك zinc فقدان الالكترونات من خلال طبقة أكسيد الزنك zinc oxide وفقدان أيونات الزنك zinc ions . هناك دليل كافي للطبيعة شبه الموصلة لغلاف سيليكات الزنك zinc silicate من الاختراع الحالي. وعادة عندما تزيد درجة حرارة المعدن تزداد المقاومة. وعلى كل عندما يسخن غلاف سيليكات الزنك zinc silicate فإن مقاومته تقل مثل شبه الموصل الذي تؤثر الحرارة فيه على حركة الثقوب البينية والالكترونات وبذلك تزيد من تدفق التيار. وإضافة لذلك عندما تستبدل سيليكات الزنك zinc silicate بمكثف بدائرة R-C مرتبة على التوالي يظهر الغلاف خصائص مختلفة مشيرا إلى مقاومة تأثير تكثيف تقاطع pn. في FET العادية عندما تزداد ذبذبة الإشارة يزداد سريان التيار من خلال بوابة FET بسبب عدم قدرة زمن الارتخاء للمكثف في دائرة R-C لكي تعطي وقت كافي لتسبب (ظاهرة نبش) المعروفة جيدا عند البوابة FET. في النظام الحالي عندما تزداد ذبذبة الإشارة من خلال غلاف الاختراع تقل المقاومة وبذلك يزداد سريان التيار.

وعلى كل حال في في FET التقليدي إذا شعرت بوابة FET بمجال خارجي فإن أبعاد منطقة المقاومة العالية في مقاومة FET تزداد وجريان الثقوب والالكترونات عبر تلك الحدود FET تزداد وجريان الثقوب والالكترونات عبر تلك الحدود يصبح محدودا أو حتى يتوقف كليا. ويمكن ملاحظة تأثيرات مماثلة مع غلاف الاختراع الحالي. بعد تغليف سطح فولاذي بغلاف سيليكات الزنك zinc silicate من الاختراع وتوصيل الصفيحة المغلفة غير المشحونة بمقياس كهربائي

يحتوي على دائرة FET بواسطة تلامس بالرصاص فإن المقياس يشير إلى جريان الكهرباء من

خلال دائرة FET الداخلية للمقياس. وعندما يتصل الشريحة الإلكترونية على الصفيحة المعدنية المغلفة فإن المقياس يشير مباشرة إلى عدم سريان للتيار لإن الالكترونات المزودة على دائرة FET الداخلية تضغط على دائرة المقياس الداخلية جاعلة بوابة FET تعمل "بنش أوف" لمجرى التيار. وعلى كل إذا تحول تركيب الفولاذ المغلف عن مصدر خارجي مثل بطارية يشاهد بأن دقائق أكسيد الزنك zinc oxide أو الزنك zinc من غلاف سيليكات الزنك zinc silicate تعمل تحت التحول كما لو كان هناك عدد كبير من FET وبالتالي إغلاق سريان الالكترونات إلى المقياس من خلال صفيحة الفولاذ المغلفة وبذلك تسمح للدائرة الداخلية من FET من المقياس بإظهار سريان التيار مرة أخرى. وعندما يتصل نظام تضحية عادي مع الماء أو رطوبة الهواء تخترق طبقة الأكسيد oxide على الزنك zinc ويبدأ تآكل خلايا مصعدي. والالكترونات المتروكة خلف أيونات الزنك zinc ions تتحرك خلال طبقة الأكسيد oxide إلى مواقع سطوح الاختزال.

ولأجل إيقاف التآكل أو التأين عند السطح الفاصل بين الزنك zinc وأكسيد الزنك zinc oxide يجب تقليل تحرك الالكترونات بنقل التوجه نحو السالب عبر النظام. وعندما يستخدم مجال التوجه نحو مادة الفولاذ تغلق طبقة الأكسيد oxide في وجه تدفق الالكترونات وبالتالي لا يحدث إنتاج للأيونات ions ويقف التآكل. ولهذا يدفع الانحياز للمادة لتعمل كحاجز أمام تدفق الالكترونات. ويقلل من تآكل دقائق الزنك zinc بعدة درجات مقارنة بأنظمة التغليف العادية. تعتبر السيليكات مانعات للتآكل بطبيعتها. وإذا اعتمدنا على وجود السليكات silicate لنمنع التآكل في المادة بغياب الزنك zinc وأكسيد الزنك zinc oxide فإن التغليف هذا سيدوم فقط لعدة أيام بسبب الذائبية العالية للسيليكات. وعلى كل حال فإن أحد الفوائد المكتسبة من وجود السليكات silicate في مركبات الاختراع الحالي هو خاصية منع التآكل الطبيعي هذا خاصة في حالة فقدان طاقة أو سائل توزيع الانحياز نحو السالب في هيكل المعدن. في مثل هذه الحالة فإن التغليف من الاختراع الحالي

سوف يزود الحماية إلى حين استعادة القوة مع تحسين الحماية بوجود قدرة على منع التآكل

هيكل معدن الاختراع الحالي يمكن أن يكون أي هيكل بحاجة لحماية من التآكل ومن الأمثلة عليها هياكل السيارات الجسور، وصلات سكك الحديد، الحاويات، الأنابيب والأبراج المعدنية ومن الأمثلة على أجزاء العربات السيارات، الطائرات، القطارات، العربات العسكرية مثل الدبابات والسفن والناقلات البحرية الأخرى ومن الأمثلة على الحاويات حاويات مصافي البترول والمخازن والصوامع. مقدار التيار المتحرك من الفولاذ خلال نظام سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية يكون ضئيلا.

ويمكن أخذ فكرة عن مدى الفائدة من ذلك بنقل التيار من أنبوب فولاذ موصل إلى ماء مجاور.

التيار الذي يسري في الأنابيب التي تحتوي ماء عادة لا تسبب تآكل متسارع في داخل الأنبوب التوصيل الكهربائي العالي من CN بالمقارنة مع الماء (أو ماء البحر) يجعل تقريبا من المستحيل توليد تيارات تآكل عبر السطح الفاصل بين الماء والأنبوب وهو ما يكفي لمنع التآكل. مثلا مقاومة أي موصل لكل وحدة طول تساوي p/A حيث p هي المقاومة و A هي مساحة المقطع العرضي. لهذا فإن نسبة التيار المحمول بواسطة الأنبوب المعدني بالمقارنة بالمحمول من الماء الذي يحتويه يساوي p_wA_m/p_mA_w حيث تشير كل من m,w إلى الماء والمعدن في الحديد p_m تكون 10^{-5} أوم/سم وللماء العادي p_w تكون 10^{4} أوم/سم وبافتراض أن المقطع العرضي لمساحة الماء تكون عشرة أضعاف ما هي لأنبوب الفولاذ يلاحظ أنه إذا كان التيار الذي يجري في الأنبوب هو I_A فإن 10^{-8} يجري خلال الماء. هذا التيار الصغير الذي يترك الأنبوب ويدخل الماء يسبب تآكل مهمل. وإذا نقل ماء البحر بدلا من ذلك $p_w= 200$ فإن نسبة التيار التي يحملها الماء إلى نسبة التيار الذي يحمله الأنبوب تكون 2×10^{-5} مما يشير إلى أنه حتى في هذه الحالة

معظم التيار يحمل بواسطة الأنبوب المعدني وأنه يوجد تيار تآكل صغير جدا على السطح

ويجب أن يلاحظ أن المقاومة في الماء العذب تكون $١٠^{٤}$ أوم وللماء المالح فقط ٢٠ أوم/سم وحتى نقل التيار من الفولاذ الموصل إلى الماء يكون $١٠^{-٥}$ نسبياً. وفي حالة غلاف سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية تكون المقاومة أكبر من ذلك كما هو مبين في الجدول أدناه:

الجدول ١

تركيز غبار الزنك zinc مع المقاومة

غبار الزنك zinc ٪ بالوزن	المقاومة (أوم لكل إنش^{٢})
٩٥	١٢,٧
٩٠	٤
٣٥	٢,٥
٨٠	١٠,٥
٧٥	٢٩٠
٧٠	١٥٠٠
٦٥	١١,٠٠٠
صافي	١٥٠,٠٠٠

القيم باستخدام نظام الاختراع الحالي.

عندما تقاس للأرض من نظام الاختراع الحالي عند الغمس كأن ٠,٠١ MA (10^{-8} A) أو أغلب القيم المكافئة لنقل التيار من أنبوب موصل إلى ماء جاري مجاور. وغلاف الاختراع الحالي يمكن أن يمنع التآكل بأربعة طرق مختلفة:

ثلاثة طرق عادية ورابعة آلية كهروكيميائية الأصل وهي اندفاع الاختراع الحالي.

في الطريقة العادية الأولى يعمل غلاف سيليكات الزنك zinc silicate كحاجز تغليف يمنع

تخترق هذه الفراغات وستعمل السيليكا الحرة free silica على كمانع كما يلي:

وستعمل السيليكا الحرة بإدخال السيليكا silica تحت ظروف تقترب من حيث يكون فائدة كمانع للتآكل. القلوية لا يتم السيطرة عليها (pH أكبر من أو تساوي ٨). وتحت هذه الظروف يعتقد أن المعادلات الكيميائية التالية تحدث:

$$Na_2SiO_3 + 2H_2CO_3 = 2NaHCO_3 + H_2SiO_3$$

$$5Zn^{++} + 2HCO_3^- + 8OH^- = 2ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2 + 2H_2O$$

$$2ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2 + 3H_2SiO_3 = 2ZnCO_3 \cdot 3ZnSiO_3 + 6H_2O$$

ولهذا تحت الأحوال القلوية يكون السائل قاعدياً عند السطح الفاصل بين الزنك zinc والغلاف ولا يوجد مقاطعة للتفاعل الكيميائي. في الطريقة العادية الثالثة يعمل الزنك zinc من داخل الغلاف كمادة تضحية لتزويد حماية مهبطية كما وصف سابقاً. وأغلب آلية هذه الحماية للفولاذ وماء البحر تكون عدد كافي من الإلكترونات من المصدر الخارجي المفضل لتحتوي تفاعل مهبط مثل اختزال الأكسجين oxygen أو تصاعد الهيدروجين hydrogen على جميع سطح المعدن المراد حمايته. وبغياب الحماية المهبطية تفاعل الالكترونات مع الأكسجين oxygen عند السطوح المهبطية تفاعل الالكترونات مع الأكسجين oxygen عند السطوح المهبطية يجب أن تزود بواسطة التآكل عند مناطق المصاعد anodic (المعدن). عندما تزود الكترونات إضافية من مصدر خارجي يتم احتواء تفاعلات اختزال الأكسجين oxygen بهذه الالكترونات الإضافية. هذا يسبب تحول بعض المصاعد anodic الأصلية إلى مهابط ولهذا التيار الذي يصل السطح المهبطي

من المصاعد anodic الباقية يقل لأن التيار الخارجي يزداد لذا كثافة التيار المهبطي لا تتغير

في الثلاثة طرق العادية لمنع التآكل التي تم مناقشتها أعلاه كانت الفكرة أولاً منع ازدواج الغلفنة برفض دخول الرطوبة إلى السطح المعدني باستخدام فلم من دهان مضاد للماء وثانياً يمكن استخدام المانعات لمقاطعة التفاعلات الكيميائية عند مواقع التآكل وثالثاً يمكن التضحية ببعض هذه المعادن بالتأكسد لحماية مادة المعدن من التآكل. وعلى كل حال تعتمد طريقة منع التآكل في الاختراع الحالي على آلية رابعة وحلها كهروكيميائي لم يتم استغلالها في السيطرة على التآكل. تعتمد الطريقة الحالية على مقاطعة سريان الالكترونات من مواقع متأينة في المصاعد anodic من خلال المعدن إلى مواقع الاختزال المهبطية. من أنظمة الحماية المهبطية الاعتيادية تدخل الالكترونات من بعض المصادر الخارجية بحيث يصبح جميع سطح المعدن مهبطياً. وبعمل ذلك يجري اختزال مستمر للأيونات ions الموجبة في المحلول المجاور بحيث تنبعض غازات وتترك رواسب عديدة المحلول. وأكبر سيئة في مثل هذه الحماية المهبطية هو الحاجة للتزود المستمر من الطاقة الكهربائية بكميات كبيرة في نظام الاختراع الحالي يتم تأسيس انحياز للتيار الكهربائي نحو السالب خلال غلاف سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية فوق مادة المعدن بوضع الشحنة على المادة. يكون الزنك zinc وأكسيد الزنك zinc oxide تقاطع ضعيف بحيث أن الشحنة المستخدمة وتأين السطح الطفيف بسبب انحياز عكسي مما ينتج عنه غلق انتقال الالكترونات من أكسيد الزنك zinc oxide / الزنك zinc إلى مواقع الاختزال بصورة فعالة. ولذلك تتراكم شحنة سالبة في معدن الزنك من الغلاف ويكون لدى الغلاف شحنة جزئية موجبة كلية مقارنة بقاعدة المعدن ويقف التآكل.

هذا يختلف عن الحماية المهبطية من حيث أن الإلكترونات تمنع من المرور من السطح الفاصل بين الماء والغلاف، مفضلة أن تزود بفائض عن ذلك وتكون الشحنة المستخدمة سالبة ومعاكسة لسريان التيار، ومن حيث الفوائد الملموسة التي تم الحصول عليها في الاختراع الحالي هي منع التآكل في الزنك zinc ضمن مصفوفة غلاف سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية وفترة حياة الغلاف سوف تمتد عدة مرات أطول من أنظمة غلاف الحماية في سيليكات الزنك zinc silicate الاعتيادية. وبينما يمكن الحصول على هذا تحت الماء خلال استخدام التيار المهبطي فإنه يحتاج إلى تيار بكمية ملموسة وسيكون من الصعب السيطرة على ذلك. ومثل هذا النظام المهبطي سوف لا يعطي فائدة في حماية المعدن فوق الماء حيث لا يوجد ازدواج مغلفن.

وتعمل طريقة الاختراع الحالي داخلياً مع الغلاف ولهذا تمنع التآكل الجوي حيث لا يكون وسط التآكل أكثر من الرطوبة في الهواء غير الكافية لتمكين الحماية المهبطية، ويصبح هذا مهم جداً في حماية مثل هذه السطوح كالسطوح الداخلية في السفن الحديثة حيث بدء بتزويد قوة متزايدة لديها مقاومة متزايدة للتآكل وفي حماية قطع السيارات والجسور والطائرات والقطارات. مثلاً يمكن أن تستخدم طريقة الاختراع الحالي لحماية السطوح الداخلية للسفن الحديثة حيث يسبب التكثيف التآكل بسبب الملوحة العالية وفي نفس الوقت لا يوجد رطوبة كافية لأنظمة الحماية المهبطية لتعمل، بدون تحريك الشحنة السالبة في الاختراع الحالي فإن غلاف سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية سوف تتآكل بسريان التكثيف. وعلى كل حالة، بعد استخدام التحرك الكهربائي السالب في المواد المعدنية هذا التآكل يوقف بصورة فعالة.

وفوق ذلك لا تزود الشحنة الموجودة على مادة الفولاذ للسفينة تقاطع أكبر لألكترونيات سطح السفينة من إضاءة مصباح ضوء في السفينة ولا تعطي إشارة قابلة للرصد لأي جهاز رصد معادي، لأن المجال لا يشع أبعد من الغلاف. خصائص امتصاص الزنك zinc معروفة عادة في

الفن وتستخدم لحماية EM والأجهزة الإلكترونية، ولذلك سوف لا يكون إشعاع EM قابل للرصد

المهبطية المتحركة لا يوجد جريان للتيار. وبدلاً من ذلك تشحن مادة المعدن بالكهرباء الساكنة بنفس طريقة الشحن في المكثف بحيث يتدفق سريان التيار في النهاية. ولأن التيار الكهربائي يكون داخلياً للغلاف ولهيكل هناك تجاذب اسموزي osmotic قليل في الهيدروكسيل hydroxyls في قمة الغلاف العضوي الذي يمكن أن يستخدم ولا يوجد أي تراكم للكلس على السطح المنغمس كما هو في أنظمة الحماية المهبطية المتحركة. وسائل منح انحياز صافي نحو السالب في النظام الحالي يمكن أن تكون أي وسائل قادرة على تزويد شحنة سالبة صافية كافية لتسبب جريان الإلكترونات لمصلحة جريانها في مادة المعدن أفضل مما هو خارج مادة المعدن، ومن الوسائل الملائمة لمنح الانحياز نحو الشحنة السالبة وسيلة مصدر التيار (DC) مثل البطاريات ويفضل بطاريات ١٢ فولت. ومصادر الطاقة المفضلة تعطي فرق جهد من ٠,٥ إلى ٣٠ فولت والأفضل من ١٠ – ٢٠ فولت. ويجمع القطب الموجب من وسائل مصدرا لطاقة مع الهيكل المعدني metal structure بواسطة مكثف أو مقاومة إلى جزء من الهيكل المعدني metal structure بعيد عن وصلة القطب السالب.

وبما أن الاختراع الحالي لا يعتمد على تكوين تيار فينخفض إذا زادت المسافة بين الأقطاب. والمسافة بين القطب الموجب والقطب السالب ليست حدية ما دامت لا تلامس بعضها البعض وتقصر مصدر الطاقة. وتضع وصلة القطب الموجب في موقع على الهيكل المعدني metal structure يبعد ٠,١–٣٠م من موقع القطب السالب، والأفضل من ٥–١٠م. ومصدر الانحياز نحو السالب يمكن أن يكون إما تيار مباشر أو متردد معتمداً على الاستخدام المطلوب. وعلى كل حال في الاستخدامات تحت المائية من المفيد استخدام انحياز من التيار التردد يستخدم فيه انحياز سالب من ٧٠–١٠٠٪ من الدورة، والأفضل أكثر من ٨٥٪ من الدورة مع صفر–٣٠٪ والأفضل

أقل من ١٥٪ من الدورة باستخدام الانحياز الموجب. واستخدام انحياز متردد بهذه الطريقة يعطي فوائد مماثلة للتآكل من الاختراع الحالي مع خصائص ضد الأخطاء في تنظيف الاختراع الحالي المكتشفة في براءة الاختراع الأمريكية رقم ٥,٠٠٩,٧٥٧.

طريقة الاختراع الحالي تمثل لتدوم طوال حياة النظام لا يوجد تيارات أو جهد لمراقبته والسيطرة عليه كما يوجد في نظام حماية مهبطية اعتيادي. وكذلك لا يوجد إمكانية يخرج فيها النظام عن السيطرة ويدمر هياكل الدعم كما يمكن أن يحدث في أنظمة الحماية المهبطية المتحركة. والتخفيض الفعال الوحيد في حياة الغلاف سيأتي من الاهتراء والحت من الماء.

وبما أن مقاومة الغلاف للحت أفضل من الغلفنة فإن فترة حياة الغلاف يمكن أن تمتد في مجال عدة عقود. وبعد وصف هذا الاختراع يمكن فهمه أكثر بالرجوع إلى أمثلة محددة مزودة هنا لغرض التوضيح فقط ولا يقصد منها التحديد ما لم يذكر غير ذلك.

الأمثلة

لتوضيح تأثير الانحياز نحو السالب لكل من المجموعة المتصلة بالأرض أو غير المتصلة للاختراع الحالي قم بإجراء التجارب التالية:

صفائح ١٦/٣ من الفولاذ الخفيف التي تم تنظيفها بالقذف الرملي غلفت مع ٠,٠٠٤ إنش من غلاف سيليكات الزنك zinc silicate غير العضوية تم وصلها مع الماء وأضيف إليها ملح طعام المائدة بنفس تركيز ماء البحر، والصفيحة المراد شحنها بالسالب وصلت مع بطارية ١٢ فولت مباشر، مع مكثف ١ مايكروفاراد بين الصفيحة والقطب الموجب للبطارية كما هو مبين في الأشكال ٣-٨. الأشكال ٣-٨ المبينة تستخدم للحصول على بيانات مبينة في الجدول II. وفي كل حالة الصفيحة الأرضية المحضرة بنفس الطريقة كصفيحة انحياز وصلت بسلك نحاس copper

مع الأرض والشكل ٣ يبين الشكل المستخدم لوضع شحنة سالبة أرضية على صفيحة العينة

والأشكال ٥ - ٨ تبين الشكل المستخدم لإدخال شحنة سالبة غير أرضية على صفيحة العينة

العينة باستخدام شحنات مصعد ومهبط متحركة على التوالي.

الأشكال ٧ و٨ تبين تشكيل لإدخال شحنات موجبة على صفيحة العينة باستخدام شحنات مصعد ومهبط والنتائج مبينة في الجدول II.

والخلية الجافة المستخدمة في تحريك جهد المصعد anodic أو المهبط cathodic على المجموعات انتجت ١,٦ فولت مباشر، و٠,٨ فولت مباشر هي القيمة المقبولة عادة في كبح التأين للزنك zinc والفولاذ في الماء المالح. وقيم μA المرافقة المبلغ عنها كانت من تلك القيمة المقارنة مع بطارية جافة من ١,٦ فولت مباشر.

جدول ٢

وسيلة ارضية		وسيلة غير ارضية			
انحياز سالب		انحياز سالب		انحياز موجب	
مقاس	نظري	مقاس	نظري	مقاس	نظري
1.603 Vdc 42.5 μA 7.92 KΩ	0.8 Vdc 101 μA	1.603 Vdc 40.48 μA 10.68 KΩ	0.8 Vdc 117 μA	1.603 Vdc 40.50 μA 9.78 KΩ	0.8 Vdc 81.8 μA
1.603 Vdc 39.00 μA 11.3 KΩ	0.8 Vdc 70 μA	1.603 Vdc 39.10 μA 9.30 KΩ	0.8 Vdc 86 μA	1.603 Vdc 42.80 μA	0.8 Vdc 104 μA 7.65 KΩ

Potential Cat/An
المصعد
المهبط

ومن المتوقع أن إدخال جهد المصعد anodic إلى المجموعة سوف ينتج ميل نحو الزنك zinc وتأين الغلاف في الهواء المحلول. ومن وجهة النظر هذه يكون من الممكن تقليل هذا النوع من النشاط الكهروكيميائي. وكما هو مبين في الجدول أعلاه فإن نظام الاختراع الحالي الذي يزود أكبر مقاومة للتأين تحت ضغط المصعد anodic يكون مجموعة متصلة بالأرض لديها شحنة سالبة يتبعها بترتيب تنازلي المجموعة غير المتصلة بالرض التي لديها الشحنة السالبة والمجموعة غير المتصلة بالأرض التي لديها الشحنة الموجبة. وهناك مقاومة أفضل لدى التأكسد والاختزال في المجموعة السالبة. في عمل القياسات أعلاه في المجموعات غير المتصلة بالأرض تم عمل القياسات الموجبة أولاً. وبعد قياس الأرقام الموجبة تم عمل قياس الأرقام السالبة بعد أقل من عشرة دقائق بعد الانعكاس. ويشير هذا إلى عدم وجود تأخير زمني طويل يلزم للتأثير يمكن تأسيسه بعد استخدام الانحياز.

وبمقارنة الانحياز المستخدم فقط لسطح المعدن للعزل نحو الانحياز المستخدم خلال وسائل الأرض وجد أن النظام كان مقاومة بمقدار ١٢,٧ كيلو أوم لجريان الإلكترونات من النظام غير المتصل بالأرض، وفي تجربة إضافية تم إحلال صفيحة من القصدير محل صفائح الانحياز وعدم الانحياز من التجارب السابقة في نفس الوقت. أظهر كل من الصفيحتين أفضلية لنظام الاختراع الحالي أفضل من الدوائر المستخدمة في التجارب السابقة. من الواضح أن اختلافات وتعديلات عديدة من الاختراع ممكنة على ضوء المعلومات أعلاه. ويجب أن يفهم بأنه ضمن منظور عناصر الحماية المرفقة يمكن ممارسة الاختراع بطرق غير الموصوفة هنا.

عناصر الحماية

١ ١- نظام لمنع تآكل سطوح هيكل معدني metal structure متصل مع بيئة تآكل،

٢ والنظام المذكور يحتوي على:

٣ أ- غلاف من سيليكات الزنك zinc silicate الموصلة يتصل بالتلامس مع جزء

٤ على الأقل من السطح الخارجي للهيكل المعدني metal structure ، حيث يشكل

٥ غلاف سيليكات الزنك zinc silicate طبقة عازلة بين السطح الخارجي وجو

٦ التآكل و

٧ ب- طريقة لفصل (لمنع) التوجه الكلي نحو السالب في هيكل المعدن. وتتألف

٨ الطرق من مصدر للطاقة لديه طرف سالب موصول مباشرة مع الهيكل المعدني

٩ metal structure والطرف الموجب الموصول مع جزء من الهيكل المعدني metal

١٠ structure وبعيداً عن الطرف السالب بواسطة مكثف أو مقاومة.

١١ حيث أن السطح المذكور مع غلاف سيليكات الزنك zinc silicate الموصلة لديه

١٢ حاجز إلكتروني نشط في تشكيلة شبه الموصل p-الأكسيد-المعدن يمنع نقل

١٣ الإلكترونات من السطح المذكور إلى الأنواع المؤكسدة.

١ ٢ - النظام في عنصر الحماية ١ وفيه الهيكل المعدني metal structure يحتوي على

٢ معدن من الحديد ومعادن غير حديدية موصلة.

١ ٣ - النظام في عنصر الحماية ٢ وفيه يكون المعدن فولاذ metal steel.

١ ٤ - النظام في عنصر الحماية ٢ وفيه يكون المعدن المينيوم metal aluminum.

١ ٥ - النظام في عنصر الحماية ١ وفيه وسائل الطاقة تعطي من ٠,٥ -٣٠ فولت إلى
٢ النظام المذكور.

١ ٦ - النظام في عنصر الحماية ١ وفيه مصدر الطاقة يعطي من ١٠-٢٠ فولت إلى
٢ النظام المذكور.

١ ٧ - النظام في عنصر الحماية ١ وفيه مصدر الطاقة مختار من بطاريات وخلايا
٢ شمسية.

١ ٨ - النظام في عنصر الحماية ١ وفيه مصدر الطاقة يكون مصدر للتيار المتردد.

١ ٩ - النظام في عنصر الحماية ٧ وفيه مصدر الطاقة يكون بطارية.

١ ١٠ - النظام في عنصر الحماية ١ وفيه مصدر الطاقة يكون خلية شمسية.

١ ١١ - النظام في عنصر الحماية ١ وفيه الهيكل المعدني metal structure يتم اختياره
٢ من قطع معادن العربات والجسور وسكك الحديد ومصافي البترول والحاويات
٣ والأبراج المعدنية.

١ ١٢ - النظام في عنصر الحماية ١ وفيه غلاف سيليكات الزنك zinc silicate
٢ الموصل يحتوي على زنك بمقدار من ٨٠-٩٢٪ بالوزن بالاعتماد على الغلاف
٣ الجاف.

١٣ - النظام في عنصر الحماية ١ وفيه غلاف سيليكات الزنك zinc silicate الموصل يحتوى على زنك zinc بمقدار من ٨٥-٨٩٪ بالوزن اعتماداً على الغلاف الجاف.

١٤ - طريقة لمنع تآكل سطح هيكل معدني metal structure متصل مع بيئة تآكل والطريقة المذكورة تتألف من: الحث والحفاظ على انحياز سالب كهربائي ساكن وفيه السطح المذكور يكون من: العازلات والموصلات وأشباه الموصلات والخط الفاصل بين هذه الفئات ضبابي وخاصة الأكسيد oxide والكبريتيد sulfide يمكن أن يظهر مجال من التوصيل معتمداً على درجة التشكل. لقد تم سابقاً ملاحظة أن هذا هو تطور ثنائي مغلفن بين مواقع المصاعد anodic (التأكسد oxidizing) ومواقع المهبط cathodic (الاختزال reducing) بعد غمس سطح معدني في محلول موصل لمركبات أيونية مثل ماء البحر. وبتزويد حاجز الكتروني نشط في تشكيلة شبه الموصل - n - الأكسيد المعدن metal-oxide التي تمنع نقل الإلكترونات من السطح المذكور إلى الأنواع المؤكسدة oxidizing.

١٥ - الطريقة في عنصر الحماية ١٤ حيث الانحياز السالب الصافي يتم حثه وإبقاؤه بوسائل تتألف من مصدر للطاقة لديه قطب سالب موصول مع الهيكل المعدني metal structure المذكور والقطب الموجب موصول مع الهيكل المعدني metal structure المذكور بواسطة مكثف.

١٦ - الطريقة في عنصر الحماية ١٥ وفيها مصدر الطاقة المذكور يعطي من ٠,٥-٣٠ فولت إلى التركيب المعدني المذكور.

١٧ - الطريقة في عنصر الحماية ١٥ وفيها مصدر الطاقة المذكور يعطي من ١٠-
٢٠ فولت إلى الهيكل المذكور.

١٨ - الطريقة في عنصر الحماية ١٥ وفيها مصدر الطاقة المذكور يعطي من مصدر
للطاقة مباشر مختار من بطاريات أو خلايا شمسية.

١٩ - الطريقة في عنصر الحماية ١٥ وفيها مصدر الطاقة المذكور يعطي من مصدر
تيار متناوب.

٢٠ - الطريقة في عنصر الحماية ١٨ وفيها مصدر الطاقة يكون بطارية.

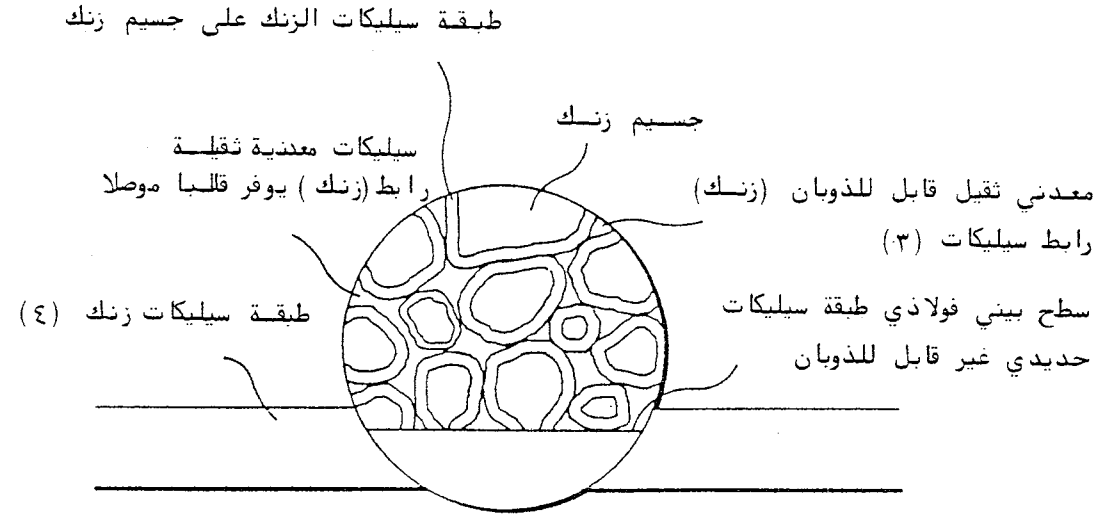
٢١ - الطريقة في عنصر الحماية ١٨ وفيها مصدر الطاقة يكون خلية شمسية.

٢٢ - النظام في عنصر الحماية ١١ وفيه الحاويات المذكورة تكون مختارة من
صوامع تخزين.

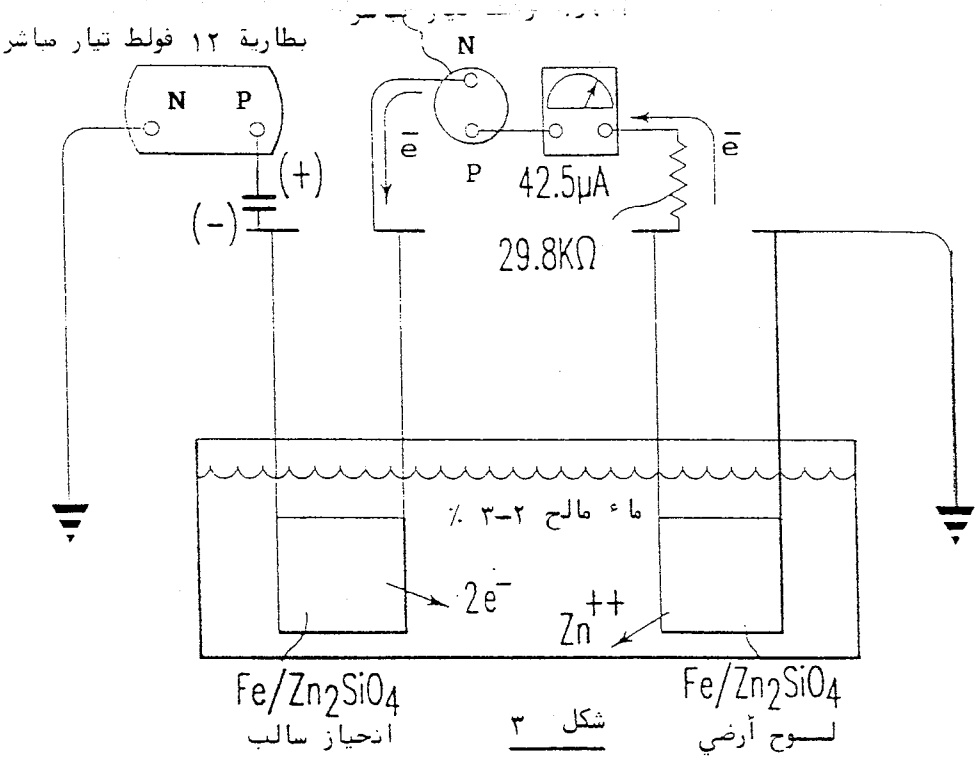
٢٣ - النظام في عنصر الحماية ١١ وفيه قطع العربات المعدنية تكون مختارة من
مجموعة مكونة من السيارات، الشاحنات، العربات البحرية، القطارات والطائرات.

زنك	أكسيد الزنك مع أيونات + الومنيوم ٣ بين فرجتين	Zn_2SiO_4	سليكات معدنية	Fe_2SiO_4	Fe_2O_3	Fe

شكل ١

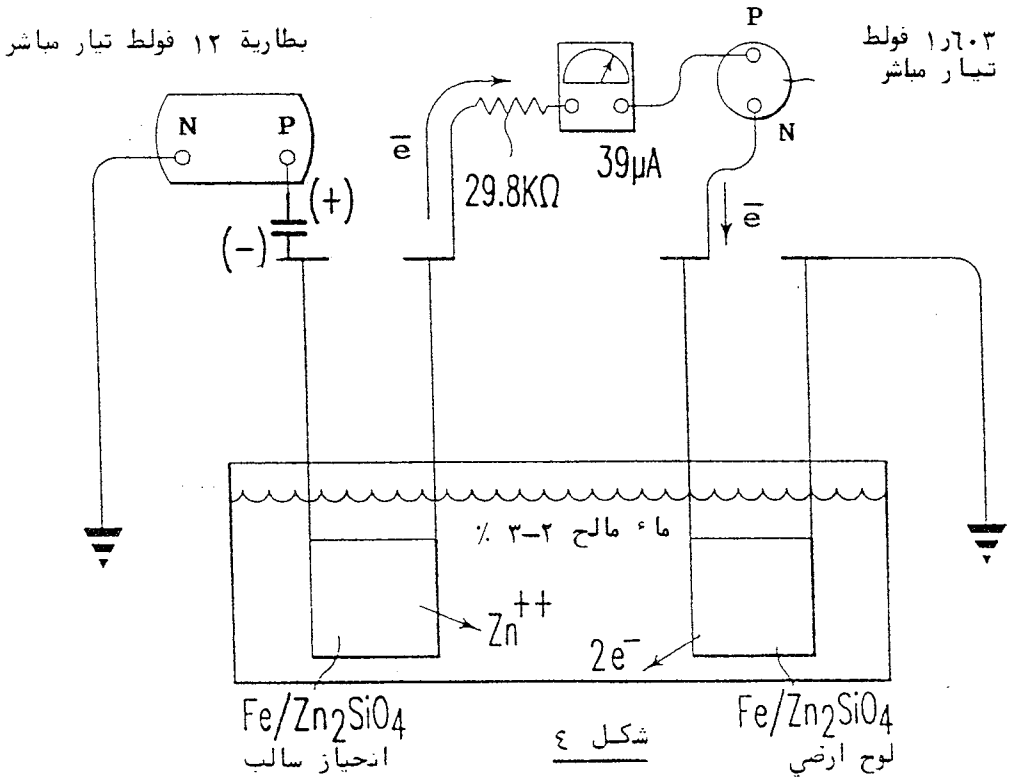


شكل ٢



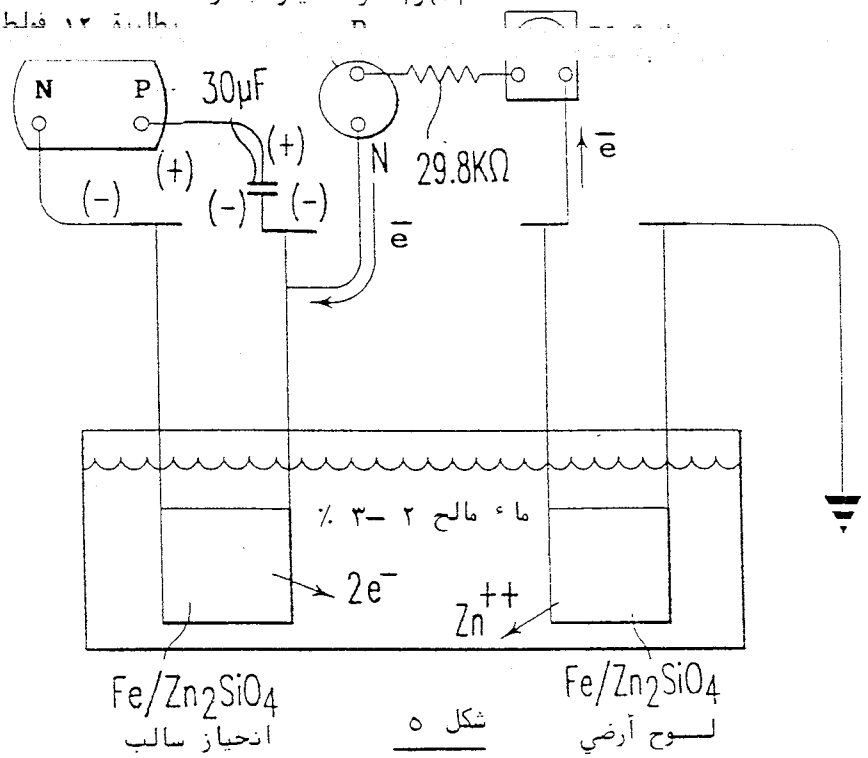
شكل ٣

١٫٦٠٣ فولط تيار مباشر



شكل ٤

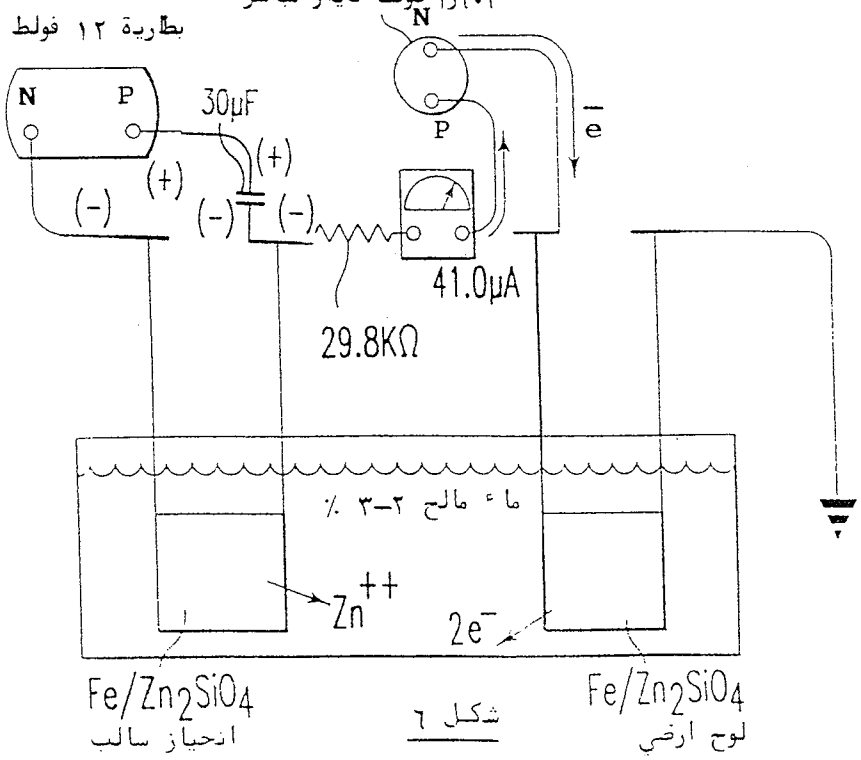
١٦٠٣ر١ فولط تيار مباشر



شكل ٥

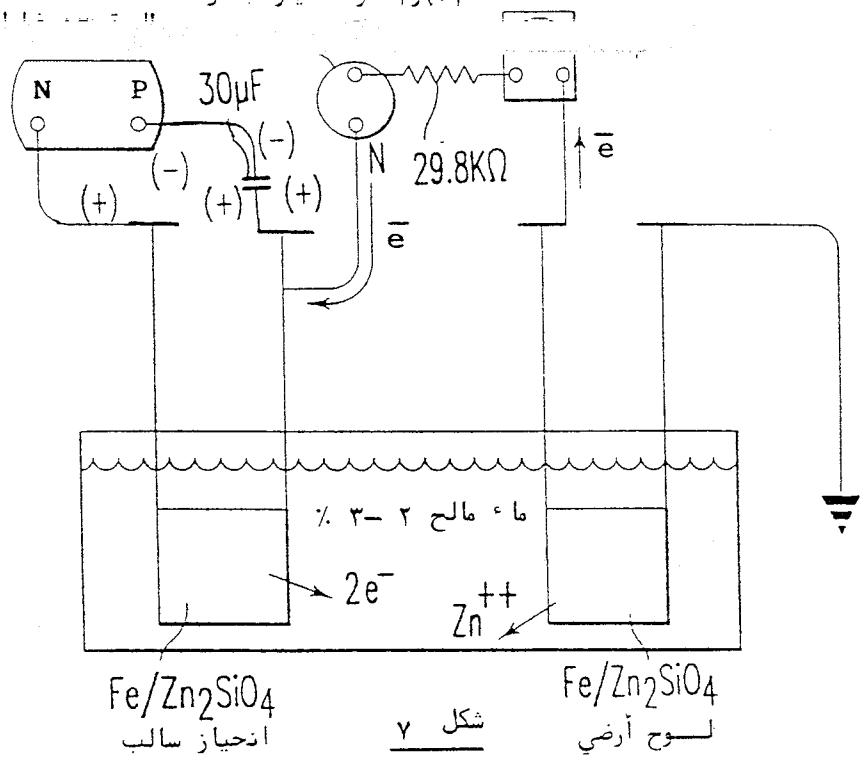
١٦٠٣ر١ فولط تيار مباشر

بطارية ١٢ فولط تيار مباشر



شكل ٦

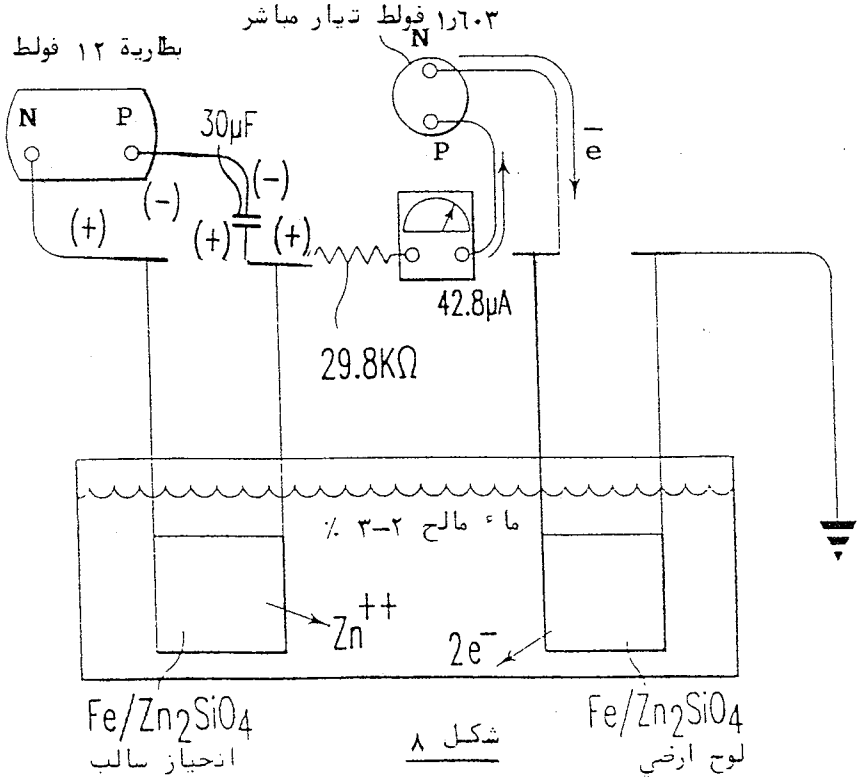
١٫٦٠٣ فولط تيار مباشر



شكل ٧

١٫٦٠٣ فولط تيار مباشر

بطارية ١٢ فولط تيار مباشر



شكل ٨