



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I883042 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：109130946

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 09 月 09 日

(51)Int. Cl. : C23F13/12 (2006.01)

E02B17/00 (2006.01)

F03D13/25 (2016.01)

(30)優先權：2019/09/11

歐洲專利局

19196816.3

(71)申請人：丹麥商沃旭能源公司 (丹麥) ORSTED WIND POWER A/S (DK)

丹麥

(72)發明人：夏普 詹斯 SCHUPP, JENS (DE)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

CN 101928944A

CN 202658234U

US 6358397B1

審查人員：陳子明

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：5 共 19 頁

(54)名稱

用於牢固到土壤中之固定件和牢固該固定件與製造該固定件之方法

(57)摘要

一種牢固到土壤(5)中以承載負載的固定件。該固定件包含主體(1)，其具有用於插入該土壤(5)之基座部分(2)。陽極表面(4)以及陰極表面(3)係提供在該基座部分(2)上並且彼此電性連接。該陽極表面(4)包含具有比該陰極表面(3)更高的負電極電位的金屬或金屬合金，從而促進該固定件(1)與該土壤(5)之間的界面處或附近的土壤(5)的區內的電化學反應，以引起一膠結過程，使得土壤顆粒黏結在一起並黏結至該基座部分(2)。

A fixture for securing into a soil (5) for bearing a load. The fixture comprises body (1) having a foundation section (2) for insertion into the soil (5). An anode surface (4) and a cathode surface (3) are provided on the foundation section (2) and are electrically connected to one another. The anode surface (4) comprises a metal or metal alloy with a more negative electrode potential than the cathode surface (3) so as to promote electrochemical reactions within regions of the soil (5) at or adjacent the interface between the fixture (1) and the soil (5) for causing a cementation processes to bond soil particles together and to the foundation section (2).

指定代表圖：

符號簡單說明：

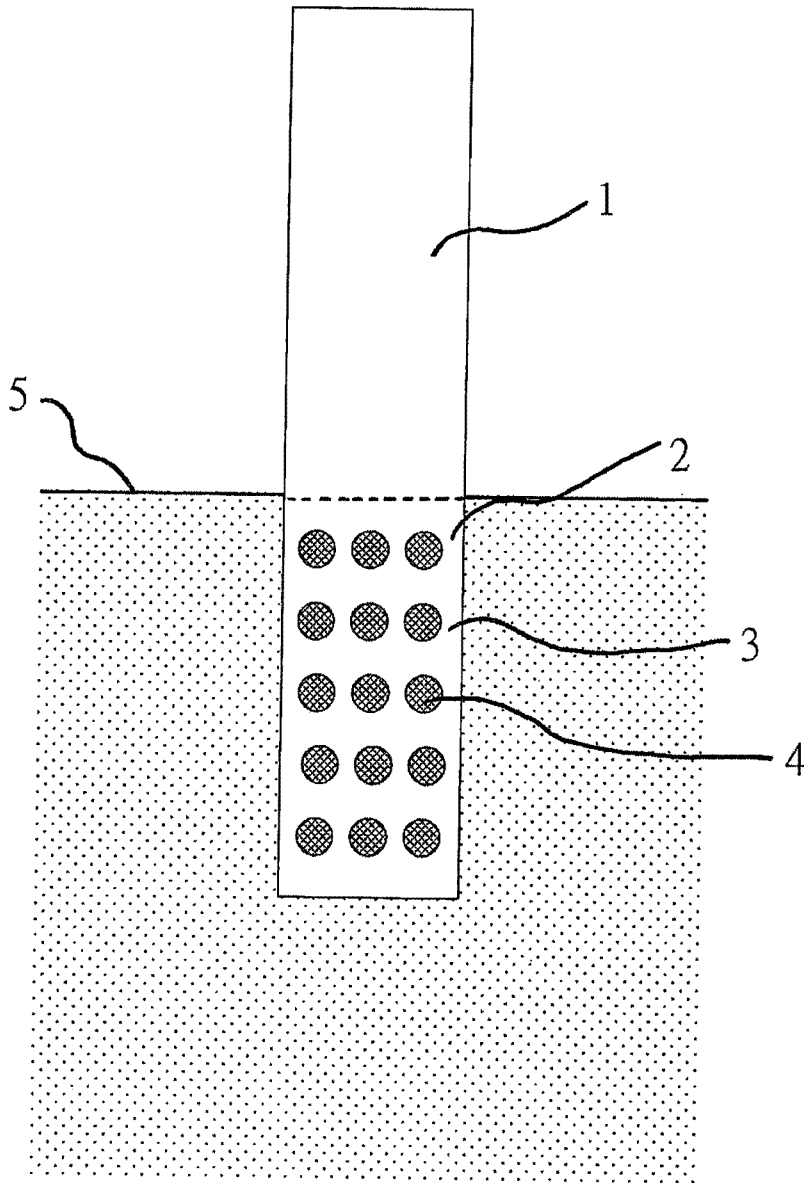
1:單樁主體、樁主體、主體、基座主體

2:基座部分

3:表面、陰極表面、陰極元件、陰極、銅陰極表面、銅陰極

4:陽極表面、陽極元件、鋅陽極元件、表面、陰極樁

5:土壤



【圖1】

I883042

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於牢固到土壤中之固定件和牢固該固定件與製造該固定件之方法

【英文發明名稱】 FIXTURE FOR SECURING INTO A SOIL, AND A METHOD OF SECURING AND MANUFACTURING THE SAME

【中文】

一種牢固到土壤(5)中以承載負載的固定件。該固定件包含主體(1)，其具有用於插入該土壤(5)之基座部分(2)。陽極表面(4)以及陰極表面(3)係提供在該基座部分(2)上並且彼此電性連接。該陽極表面(4)包含具有比該陰極表面(3)更高的負電極電位的金屬或金屬合金，從而促進該固定件(1)與該土壤(5)之間的界面處或附近的土壤(5)的區內的電化學反應，以引起一膠結過程，使得土壤顆粒黏結在一起並黏結至該基座部分(2)。

【英文】

A fixture for securing into a soil (5) for bearing a load. The fixture comprises body (1) having a foundation section (2) for insertion into the soil (5). An anode surface (4) and a cathode surface (3) are provided on the foundation section (2) and are electrically connected to one another. The anode surface (4) comprises a metal or metal alloy with a more negative electrode potential than the cathode surface (3) so as to promote

electrochemical reactions within regions of the soil (5) at or adjacent the interface between the fixture (1) and the soil (5) for causing a cementation processes to bond soil particles together and to the foundation section (2).

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:單樁主體、樁主體、主體、基座主體

2:基座部分

3:表面、陰極表面、陰極元件、陰極、鋼陰極表面、銅陰極

4:陽極表面、陽極元件、鋅陽極元件、表面、陰極樁

5:土壤

【特徵化學式】 無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於牢固到土壤中之固定件和牢固該固定件與製造該固定件之方法

【英文發明名稱】 FIXTURE FOR SECURING INTO A SOIL, AND A METHOD OF SECURING AND MANUFACTURING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種用於牢固到土壤中以承載負載的固定件、一種牢固該固定件的方法以及製造該固定件的方法。特別是，本發明係關於土壤固定件，像是基座(foundation)、錨以及牢固到土壤中的其他結構元件，例如板壁。更特別的是，本發明係關於包含陽極表面與陰極表面的固定件，其在土壤中存在水分的情況下，促進在固定件與土壤的界面處或附近的土壤顆粒的膠結。

【先前技術】

【0002】 在此方面，已知有各種類型的土壤固定件。在使用中，將固定件的一部分插入地面以提供抵抗相對於土壤進一步移動的承重基座。舉例來說，基座部分可以起到將固定件牢固到地面中的作用，以抵抗將固定件從其嵌入位置拉出的負載，或者在結構基座的情況中，抵抗向下或側向的負載，從而防止被支撐的結構移動。

【0003】 結構基座的常見類型係管狀鋼樁，例如用來支撐離岸風力渦輪發電機的鋼樁。一種類型的管狀鋼樁是單樁，其由端部開口的鋼管形成，並且通常藉由使用槌子的衝擊將單樁主體推入地下來進行安裝。隨著單樁的腳趾端(toe end)被更深地推入土壤，因為土壤表面底下的側向表面面積增大，所以驅動阻力增加，並且土壤中的應力也隨著深度增加。這增加了克服土壤/樁界面處的摩擦阻力所需要的剪切力。因此，在安裝過程中，單樁將被打入地下，直到它到達達成所需承載能力所需要的必要深度為止。

【0004】 但是，最近的研究表明，管狀鋼樁的承載能力在安裝後可能會隨著時間變化。這可能是由於各種因素造成的。舉例來說，在某些情況中，側向移位的土壤會在打樁過程期間在樁周圍的土壤中引起壓縮環向應力(hoop stress)，該應力會隨著時間的流逝而鬆弛，導致作用在樁表面的壓縮應力增加，從而增加樁的承載能力。在其他情況下，在安裝後，鬆動的土壤的沉降與搖動可能會增強土壤結構，從而增加在土壤/樁界面的抗剪強度。為了考慮到這種差異，當確定樁設計所需的承載能力時，通常會應用重要的安全係數。因此，打樁經常被打得比需要的還要深得多，這不僅是增加了安裝以及材料成本，而且除了增加打樁風險(drivability risk)之外，還對樁本身會有額外的結構要求。同時，重要的是要認知到樁的建立是一個緩慢的過程，且從歷史角度來看，在設計中僅能考慮測得的建立行為。也就是說，對於樁的建立的長期測試通常非常昂貴，因此專案經濟學(project economics)/物流通常意味著無法提供該測試。因此，專案通常仰賴於短期建立測試的結果，這些結果可能無法準確地反映出最終的承載能力。

【發明內容】

【0005】 本發明因此尋找提供一種改善的固定件來解決上述問題。

【0006】 根據本發明的第一態樣，係提供一種用於牢固到土壤中以承載負載的固定件，該固定件包含：主體；用來插入土壤中之主體的基座部分；在基座部分上的陰極表面；以及在基座部分上且電性連接至陰極的陽極表面；其中，陽極表面包含具有比陰極表面更高的負電極電位的金屬或金屬合金，從而促進該固定件與該土壤之間的界面處或附近的土壤的區內的電化學反應。

【0007】 以此方式，本發明可提供一種改善的土壤固定件，其利用自驅動的電化學過程藉由利用土壤中的孔隙液(pore liquid)當作電解液來促進圍繞基座部分之土壤的電膠結(galvanic cementation)。也就是說，可以藉由利用電極之間的電極電位差來將土壤顆粒膠結到基座部分表面而增加固定件的承載能力，而不需要施加外部電流。當陽極腐蝕時，在土壤界面處以及土壤界面附近的土壤被膠結，由此增加界面摩擦力並提升固定件抵抗壓縮、拉伸以及側向負載的能力。實際上，固定件起了作為巨大的短路電池的功用，電化學反應的副產物導致周圍的土壤膠結。

【0008】 較佳地，主體進一步包含支撐部分，支撐部分連結基座部分並從土壤表面突出而連接到負載。

【0009】 在實施例中，固定件係基座或是地錨。以這種方式，本發明可以應用到基座(例如樁基座)以抵抗壓縮以及側向負載。同樣地，本發明也

可應用於錨固到地面並抵抗拉力的地錨。本發明也可應用在其他固定件，像是板壁(sheet wall)。

【0010】 較佳地，固定件係樁基座。本發明係尤其適合用於改善樁基座的軸摩擦，特別是對於土壤的孔隙空間被水飽和的離岸應用。

【0011】 較佳地，基座部分係由金屬或是金屬合金形成，並提供陰極表面或是陽極表面的其中一者。如此一來，基座部分的主體材料形成其中一個電極。舉例來說，基座之主體整個可由電極材料提供，其基座部分一旦插入土壤中就能作用為電極。

【0012】 較佳地，基座部分由金屬或金屬合金形成，包含具有比陽極表面更高的正電極電位以提供陰極表面。此類陰極電固定件(galvanic fixture)，其中陽極被優先地腐蝕並且固定件被保留下來。在陽極電固定件中，固定件本身可作為陽極，固定件主體的腐蝕程度可能更難去控制，然後最終損害到固定件的結構完整性。然而，在某些情況下，陽極電固定件可能是有利的。舉例來說，在某些土壤中可能是較佳的，在這些土壤中，上由腐蝕所造成的固定件主體的粗糙度增加可提供固定件強度的淨增加。

【0013】 較佳地，陽極表面係由一個或多個固定在基座部分的陽極元件提供。以此方式，陽極元件可直接地連接到固定件主體之表面上，以用於與電極做電性連接。

【0014】 較佳地，提供一個或多個陽極元件作為鋪設到基座部分的表面塗覆區。以此方式，陽極元件可簡單地形成且牢固地黏在基座部分上。

【0015】 較佳地，表面塗覆區係藉由噴塗來鋪設，較佳是藉由熱噴塗的方式。以此方式，陽極塗覆材料的機械強度區(mechanically robust

region)可被鋪設在基座部分的表面，以提供足夠量的陽極用於犧牲腐蝕。同時，可以容易地改變塗層的厚度來控制膠結的量。較佳地，熱噴塗表面塗覆區的厚度係在 0.1 mm 至 0.3 mm 的範圍內。

【0016】 較佳地，陽極表面包含分配(disbursed)在陰極表面之間的多個陽極區域。以此方式，陽極反應區可平均地分佈到陰極表面，以在固定件周圍提供更均勻的電膠結。這還可藉由提供更多數量之更小、更緊密間隔的陽極區域來提高膠結過程的速度。

【0017】 較佳地，陰極表面係由比陽極表面惰性較高的金屬形成。

【0018】 較佳地，主體係由鋼形成。更佳地，主體可由結構鋼形成。

【0019】 較佳地，陽極表面包含鋁、鎂、鋅以及其合金中的至少一者。此類高電鍍反應金屬係不貴又容易取得。此外，這些金屬也可以藉由熱或冷噴塗而方便地鋪設。

【0020】 較佳地，陽極塗層係鋪設在固定件之外表面。在單樁的情況下，樁內的土壤對樁整體的傾覆能力(overturning capacity)相對地貢獻較小。

【0021】 根據本發明的第二態樣，係提供了一種用於牢固固定件到土壤中以承載負載的方法，包含下列步驟：提供包含基座部分的主體，基座部分具有陰極表面以及電性連接至陰極表面的陽極表面；然後將基座部分插入土壤中，其中陽極表面包含具有比陰極表面更高的負電極電位的金屬或金屬合金，以在與溼土壤接觸時促進電腐蝕。以這種方式，本發明提供一種改善的土壤固定件方法，其利用自驅動的電化學過程來促進基座周圍之土壤的電膠結。

【0022】較佳地，固定件係樁基座，以及其中，陽極表面係提供在樁的側表面上，以促進在樁與土壤之間的界面處或附近的土壤的膠結。

【0023】根據本發明的第三態樣，係提供一種製造用於牢固到土壤中以承載負載的牢固件的方法，包含下列步驟：提供一主體，主體包含基座部分來插入土壤中且具有一表面來形成第一電極；然後在表面上提供第二電極，第二電極電性連接至第一電極，以及其中，第一電極形成陽極表面或陰極表面的其中一者，而第二電極形成陽極表面或陰極表面的另一者，以及其中，陽極表面包含具有比陰極表面更高的負電極電位的金屬或金屬合金，從而促進在固定件與土壤之間的界面處或附近的土壤區內的電化學反應。以此方式，可藉由在固定件表面上形成第二電極來製造改善的土壤固定件，舉例來說，藉由鋪設第二電極作為塗覆區(例如，藉由熱噴塗)。使用時，材料之間的電極電位差可因此促進基座部分周圍土壤的電膠結。

【圖式簡單說明】

【0024】現在將參考附圖描述本發明之說明實施例，其中：

圖 1 顯示根據本發明第一實施例的固定件；

圖 2 顯示在圖 1 所示之第一實施例中的陽極元件在陰極樁表面上的一個陽極元件的放大示意圖；

圖 3 顯示圖 2 所示之陽極元件與陰極樁表面的橫剖面圖；

圖 4 顯示根據本發明第二實施例的在陽極樁表面上的一個陰極元件的放大示意圖；以及

圖 5 顯示圖 4 所示之陰極元件與陽極樁表面的橫剖面圖。

【實施方式】

【0025】 圖 1 至 3 顯示根據本發明第一實施例之用於牢固到土壤中的固定件。在本實施例中，固定件係藉由打樁而被插入土壤 5 中的單樁基座。單樁主體 1 的遠端位於土壤下方，並提供基座部分 2，該基座部分 2 在其之上支撐主體 1 之支撐部分。一旦安裝，基座部分 2 可以承受附接到支撐部分之結構的負載。

【0026】 基座部分 2 包含藉由在基座部分 2 之表面 3 上方熱噴塗分配點狀區域的表面塗層而鋪設的複數個陽極元件 4。應了解到，在其他實施例中，可使用不同形狀的陽極元件 4 以及將陽極元件 4 連接至基座部分 2 之表面 3 的方法。陽極元件 4 係由比形成單樁主體 1 之表面的金屬或金屬合金惰性較低(*less noble*)的金屬或金屬合金來形成。舉例來說，在本實施例中，單樁主體 1 係由鋼形成，而陽極元件 4 包含鋅。因為陽極元件 4 係電性連接至單樁主體 1，所以材料之間的電極電位差使得單樁主體 1 的表面 3 在基座部分 2 上方暴露於土壤中的水分時變成為陰極。應了解到，雖然在此範例中已經描述鋼與鋅，但是在陽極與陰極之間存在電極電位差的情況下，可以使用其他材料組合。

【0027】 圖 2 和 3 顯示被基座部分 2 之陰極表面 3 圍繞的一個陽極元件 4 的放大示意圖，其中圖 2 顯示一平面圖以及圖 3 顯示一橫剖面圖。一旦將樁主體 1 打入土壤 5 中，土壤中的水分就在陽極元件 4 以及基座部分 2 之表面 3 所提供的陽極與陰極表面上方作用為電解液，如圖 3 所示。如此，單樁作用為伏打電池(*galvanic cell*)，其中陽極元件 4 被電腐蝕

(galvanically corroded)。即是，鋅陽極元件 4 的電極電位比鋼陰極表面 3 的電極電位低，隨著電子 e^- 被提供到惰性較高(more noble)的鋼，造成鋅陽極元件 4 氧化。這造成鋅腐蝕，在陽極反應中釋放出 Zn^{2+} 離子。同時，由陽極元件 4 所放棄的電子 e^- 流入陰極 3，在此它們在陰極反應中放電而形成氫。本質上，當電子從陽極通過導電的基座本體流向陰極時，單樁就作用如同短路電池。

【0028】 當陽極元件 4 之電腐蝕隨著時間的流逝而持續時， Zn^{2+} 離子與其他氧化物以及碳酸鹽礦物一起釋放到基座部分 2 周圍的土壤中。因為氫氧化物化學過電位(hydroxide chemical over-potential)，土壤鹽水中的鈣和鎂礦物質也可能在單樁軸身周圍沉澱。由於金屬離子與土壤顆粒形成新的結構，令人驚訝地發現到這些離子以及礦物的沉澱會在鄰近土壤內引起團聚(agglomeration)。這在鄰近的土壤中具有膠結作用，增加了土壤與單樁主體之間界面的附著性。隨著固體比例的增加，新的土壤結構也可能使土壤膨脹。這使得對單樁加壓的壓縮力增加，因此潛在地進一步增加在單樁表面上的摩擦阻力。結果，增加了基座部分 2 的承載能力，因此提供了更牢固的固定件。

【0029】 圖 1 至 3 中的第一說明實施例顯示一種陰極電樁(cathodic galvanic pile)的配置，其中鋪設於單樁主體的陽極元件 4 被優先腐蝕。但是，也可以提供一種陽極電樁(anodic galvanic pile)的配置，其中樁本身被優先腐蝕。圖 4 和 5 顯示根據本發明第二實施例的這種陽極電樁的配置表面。

【0030】 在這方面，圖 4 和 5 顯示相似於圖 2 和 3 所顯示的放大示意

圖，不同之處在於陽極和陰極表面是相反的。即是，鋪設於基座部分 2 的表面的電極元件係陰極元件 3，而單樁主體 1 形成陽極表面 4。陽極表面 4 係由與所鋪設的陰極元件 3 相比惰性較低的金屬或是金屬合金形成。舉例來說，在本實施例中，基座主體 1 可類似地由鋼製成，但是陰極元件 3 是由銅形成，其具有相對較高的電極電位。在其他實施例中，基座主體 1 可提供一基板，在該基板上方將反應性塗層鋪設於基座部分 2 以形成陽極表面 4。然後可以將陰極元件 3 鋪設於反應性塗層上方以提供表面之間的電極電位差。

【0031】 在使用中，第二實施例作用的方式與第一實施例相似，除了優先腐蝕的是樁主體 1 的表面 4。即是，鋼樁的電極電位低於銅陰極 3，造成其發生陽極反應而釋放 Fe^{2+} 離子並向銅陰極 3 釋放電子 e^- 。當陰極樁 4 之電腐蝕隨著時間的流逝而持續時，釋放到基座部分 2 周圍的土壤中的金屬離子可能造成菱鐵礦以及碳酸鐵的沉澱，從而使土壤膠結。然而，儘管這種配置可提供較大的腐蝕表面區域，但潛在的不利之處在於樁主體的腐蝕，如圖 5 中的橫剖面圖所示，這最終可能會損害到基座的結構完整性。這可在基座設計中將其考慮在內，例如，提供更厚的壁來解決。腐蝕過程也可能由於鈍化(例如，鋼表面生鏽或覆蓋銅表面的礦物)而隨著時間的流逝而變慢下來。不過，一般較佳為陰極電樁配置，如第一實施例中所描述者。

【0032】 從以上內容可以理解，本發明的實施例可因此提供一種改善的土壤固定件，其使用自驅動的電化學過程來促進電膠結，從而增加固定件在土壤中的承載能力。本發明的實施例可能特別適合用於土壤中的水含

量相對較高並且溶解在海水中的礦物質可能對膠結過程有益的海洋環境。

【0033】 將理解到的是，以上示出的實施例僅出於說明的目的來顯示本發明的應用。實際上，本發明可應用在許多不同組構，詳細的實施例對於本領域中具有通常知識者來說是容易實現的。

【0034】 舉例來說，將理解的是，取決於例如環境土壤溫度或是土壤組成物，在某些情況下不同的材料組合可能是較佳的。舉例來說，已知金屬離子(特別是鋁)與黏土(而不是沙)會有化學交互作用，因此鋁基的陽極可能更適合在黏土中的電樁系統。同樣地，鋁、鎂或是鋅陽極在有氧條件以及在較熱的環境溫度下是較佳的，而鋅合金陽極在無氧條件以及較低的環境溫度下是較佳的。類似地，某些電極材料在某些情況或固定件組構中可能不太合適。舉例來說，鎂電極在可能產生過量的反應氣體的組構或是土壤條件下可能不太適合。

【0035】 另外，雖然已揭露熱噴塗的電極元件，但也可理解到，電極也可以例如機械地連接到固定件主體。例如，製造固定件的方法可包含將電極元件附接至固定件的主體的各種技術，像是藉由將電極材料鋪設為塗層，或是藉由將一個或多個電極元件螺栓連接或焊接至主體。

【0036】 此外，雖然已經揭露鋪設到基座部分的表面之圓形電極元件，但是應當理解，元件的尺寸以及幾何形狀可以針對不同的應用而變化。舉例來說，這可能是用來最佳化電膠結效應，及/或改善元件在插入土壤期間的耐磨性。舉例來說，可以鋪設條狀的電極元件。其他實施例可包含鋪設到基座部分之表面之電極的大塊濺射塗覆區。另一種替代方案是用一種電極材料塗覆大部分的固定件表面，然後使底層表面的某些部分暴露來提

供另一電極表面。舉例來說，可藉由鋪設從 5 至 95%變化的鋅塗覆區域來提供陽極表面。例如，實施例可包含在基座部分內的不同區，從分佈的小鋅片(例如，覆蓋表面區域的 5%)開始，通過條狀(例如，覆蓋表面區域的 50%)，然後到保持未塗覆的分佈的小陰極鋼片(例如，鋅覆蓋表面區域的 95%)。

【0037】 還應該理解的是，雖然已經提到了陽極與陰極表面，但是這些表面中的一個或兩個都可以被提供作為整體陽極或陰極主體上的表面。例如，陽極或陰極可以是形成固定件本身或是固定件的組件的一體式主體(integral body)。如此，一體式主體的表面提供一個電極表面，並且另一個電極可被附接到主體以提供另一個電極表面。

【符號說明】

【0038】

- 1:單樁主體、樁主體、主體、基座主體
- 2:基座部分
- 3:表面、陰極表面、陰極元件、陰極、鋼陰極表面、銅陰極
- 4:陽極表面、陽極元件、鋅陽極元件、表面、陰極樁
- 5:土壤

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於牢固到土壤中以承載負載的固定件，該固定件包含：主體；

該主體的基座部分，用來插入該土壤中，其中，該主體的該基座部分的暴露表面形成陰極表面；以及

陽極表面，被提供作為鋪設在該暴露表面的表面塗覆區且電性連接至該陰極表面；

其中，該陽極表面包含具有比該陰極表面更高的負電極電位的金屬或金屬合金，用於促進該固定件與該土壤之間的界面處或附近的該土壤的區內的電化學反應。

【請求項2】 如請求項 1 所述的固定件，其中，該主體進一步包含支撐部分，該支撐部分連結該基座部分並且從該土壤的表面突出以連接該負載。

【請求項3】 如請求項 1 或 2 所述的固定件，其中，該固定件係基座或地錨。

【請求項4】 如請求項 1 所述的固定件，其中，該固定件係樁基座。

【請求項5】 如請求項 1 所述的固定件，其中，該基座部分係由金屬或是金屬合金形成，以及提供該陰極表面或該陽極表面的其中一個。

【請求項6】 如請求項 1 所述的固定件，其中，該基座部分係由具有比該陽極表面更高的正電極電位的金屬或金屬合金形成，以提供該陰極表面。

【請求項7】 如請求項 1 所述的固定件，其中，該陽極表面係藉由固定於該基座部分的一個或多個陽極元件提供。

【請求項8】 如請求項 7 所述的固定件，其中，該表面塗覆區係藉由熱噴塗來鋪設。

【請求項9】 如請求項 1 所述的固定件，其中，該陽極表面包含分配在該陰極表面中的複數個陽極區。

【請求項10】 如請求項 1 所述的固定件，其中，該陰極表面係由比該陽極表面惰性較高的金屬所形成。

【請求項11】 如請求項 1 所述的固定件，其中，該主體由鋼形成。

【請求項12】 如請求項 1 所述的固定件，其中，該陽極表面包含鋁、鎂、鋅以及前述之合金的至少其中一者。

【請求項13】 一種牢固固定件到土壤中以承載負載之方法，包含下列步驟：

提供包含基座部分的主體，該基座部分具有在該基座部分之暴露表面上的陰極表面和電性連接至該陰極表面的陽極表面，其中，該陽極表面係被提供作為鋪設在該暴露表面的表面塗覆區；以及

將該基座部分插入該土壤中，

其中，該陽極表面包含具有比該陰極表面更高的負電極電位的金屬或金屬合金，用於在與該土壤接觸時促進電腐蝕。

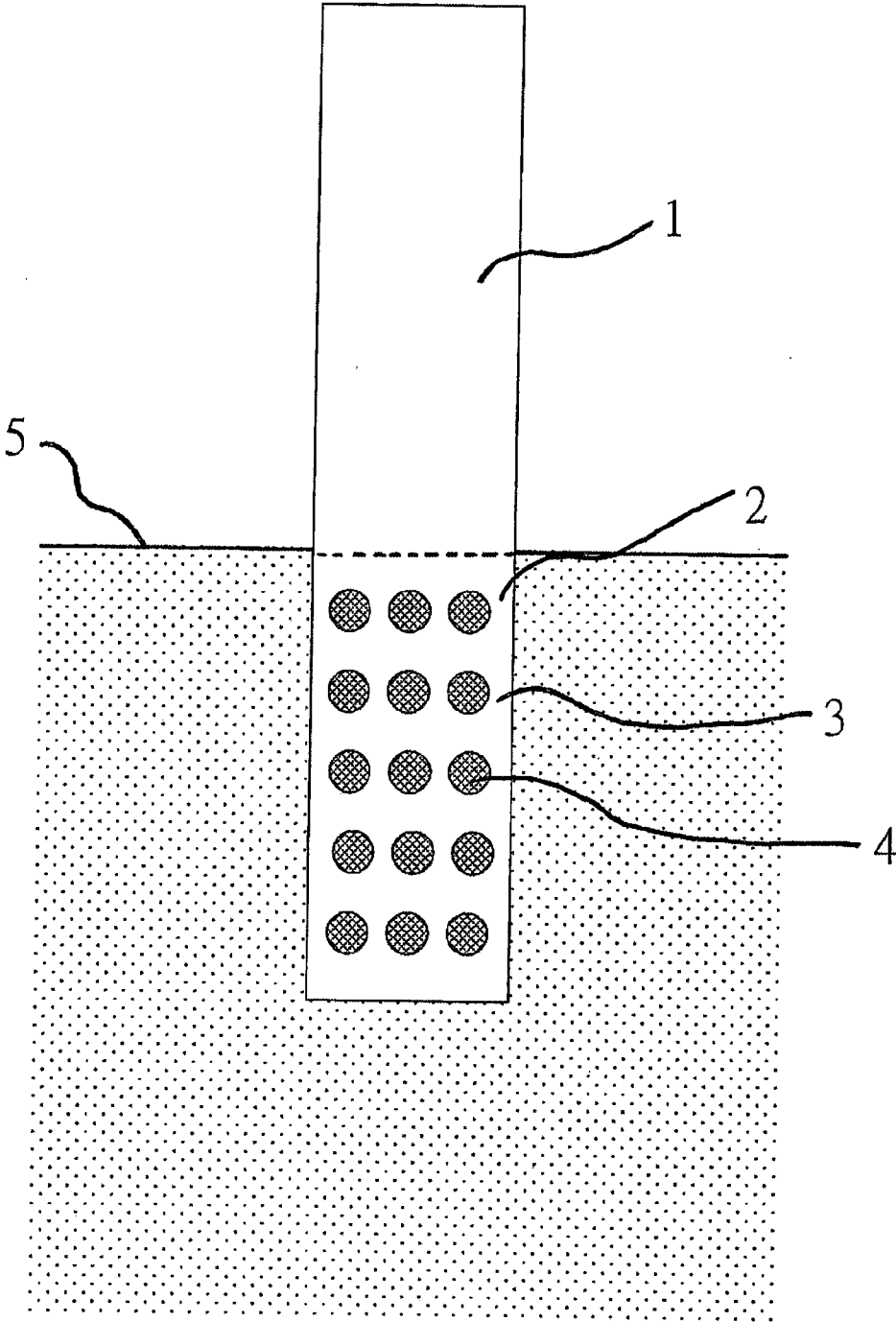
【請求項14】 一種製造用於牢固到土壤中以承載負載的固定件之方法，包含下列步驟：

提供一主體，該主體包含用於插入該土壤中的基座部分，其中，該基座部分的暴露表面形成第一電極；以及

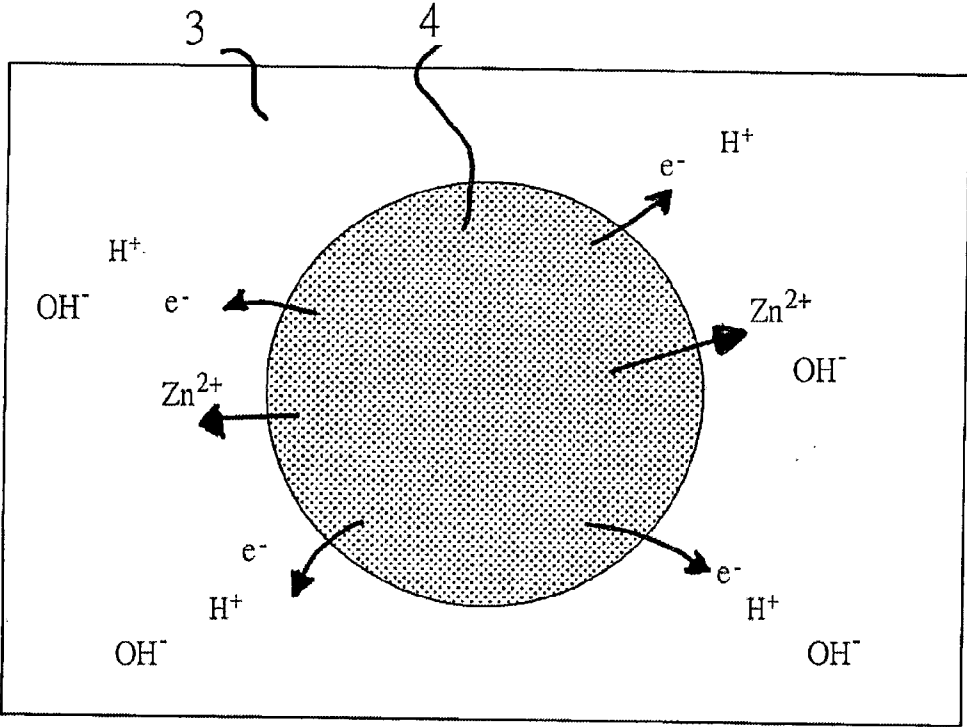
提供作為鋪設在該暴露表面之表面塗覆區的第二電極，該第二電極電性連接到該第一電極，以及

其中，該第一電極形成陽極表面和陰極表面的其中一者，而該第二電極形成該陽極表面和該陰極表面的另一者，並且其中，該陽極表面包含具有比該陰極表面更高的負電極電位的金屬或金屬合金，從而促進在該固定件與該土壤之間的界面處或附近的該土壤的區內的電化學反應。

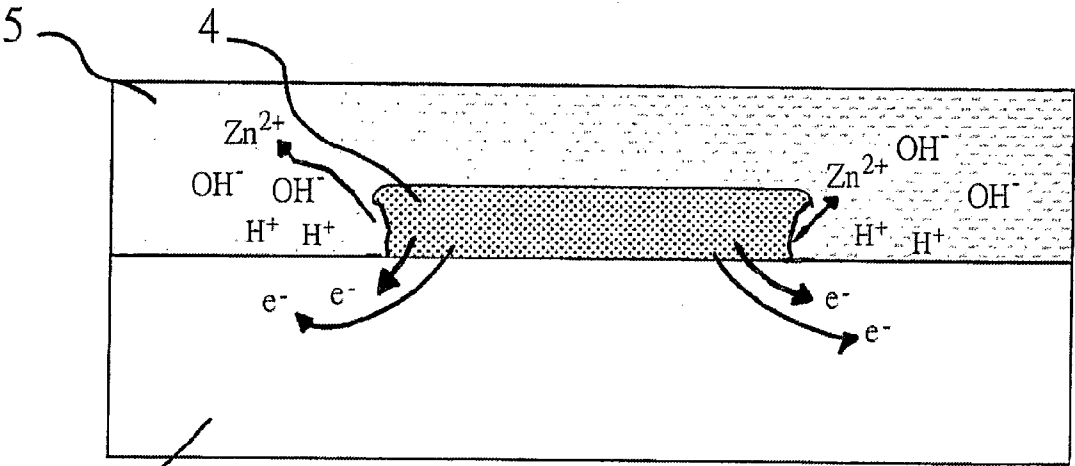
【發明圖式】



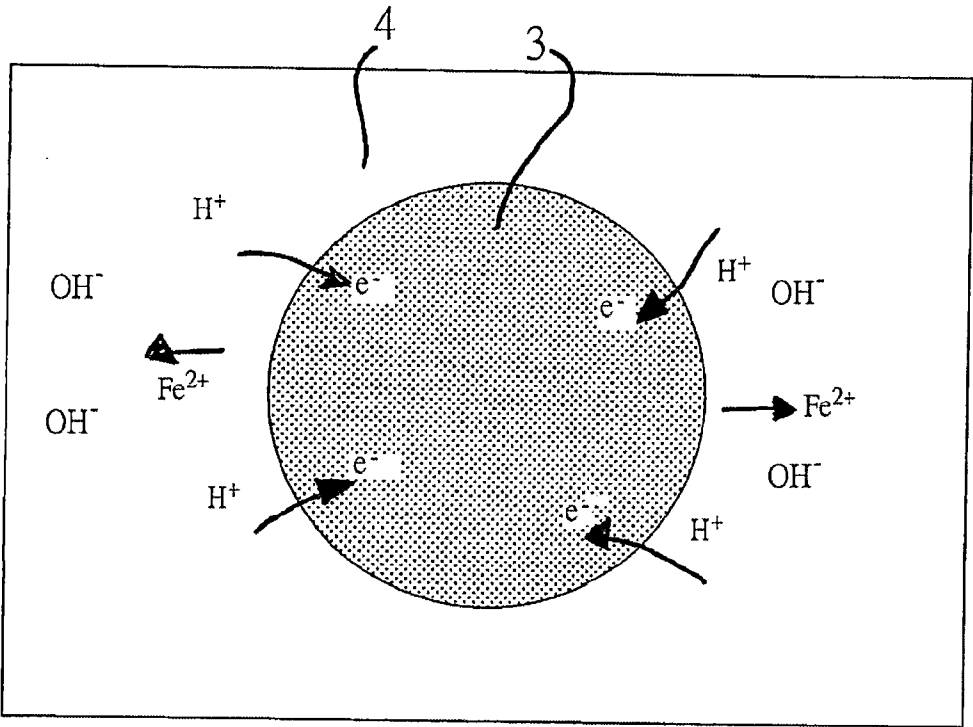
【圖1】



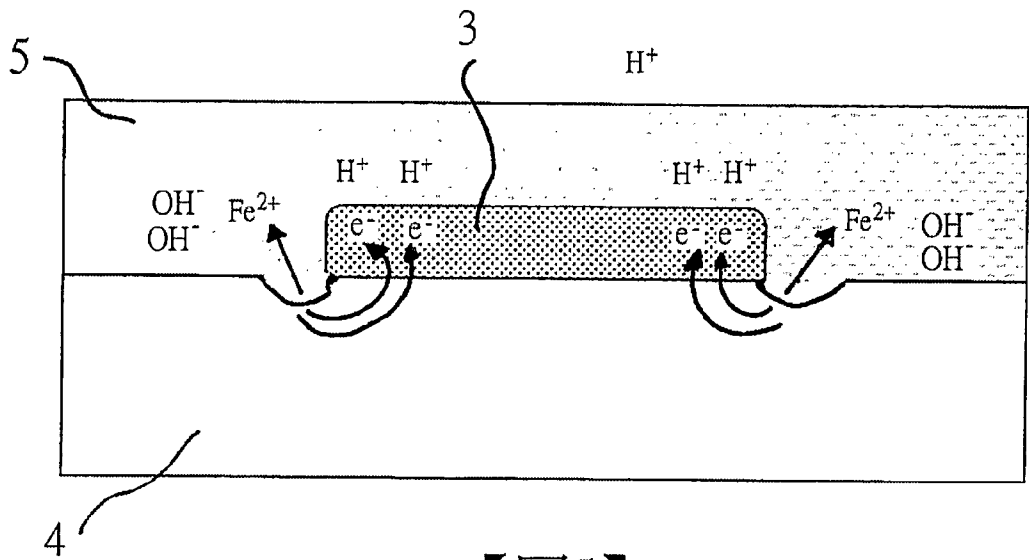
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】