

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5247451号
(P5247451)

(45) 発行日 平成25年7月24日(2013.7.24)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int.Cl.

C23F 13/00 (2006.01)
EO1D 1/00 (2006.01)

F 1

C 23 F 13/00
C 23 F 13/00
E O 1 D 1/00F
Q
C

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-531599 (P2008-531599)
 (86) (22) 出願日 平成18年9月19日 (2006.9.19)
 (65) 公表番号 特表2009-509041 (P2009-509041A)
 (43) 公表日 平成21年3月5日 (2009.3.5)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2006/009097
 (87) 國際公開番号 WO2007/039098
 (87) 國際公開日 平成19年4月12日 (2007.4.12)
 審査請求日 平成21年7月31日 (2009.7.31)
 (31) 優先権主張番号 M12005A001738
 (32) 優先日 平成17年9月20日 (2005.9.20)
 (33) 優先権主張国 イタリア (IT)

(73) 特許権者 507128654
 インドゥストリエ・デ・ノラ・ソチエタ・
 ペル・アツィオーニ
 イタリア国 20134 ミラノ, ヴィア
 ・ビストルフィ 35
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男
 (74) 代理人 100096013
 弁理士 富田 博行
 (74) 代理人 100104374
 弁理士 野矢 宏彰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】鉄筋コンクリートの分離型のカソード防食用アノード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンクリートに埋め込まれた金属製強化材からなる鉄筋コンクリート構造にカソード防食システムを取り付ける方法であって、コンクリート中に複数のホールを得ること、前記ホールそれぞれの内部に、硬質プラスチック製のガイドチューブを押し込むこと、前記チューブそれぞれに、集電体に平行な軸を有する円柱状の形態に巻かれたアノードを挿入すること、その場に前記アノードを残して前記ガイドチューブを摘出すること、および、セメントモルタルをキャスティングまたは噴霧で塗布して前記アノードを前記ホールの内部に固定することを含み、

ここでそれぞれのアノードは、集電体に溶接した波形の金属製平面基板を含み、そしてコンクリート中に形成された前記ホールに押し込まれている、
上記方法。

【請求項 2】

前記巻かれたアノードは、金属またはプラスチック製のクリップで円柱状の形態で安定化される、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記ホールの内部に前記アノードを押し込む前に、前記アノードのそれぞれに、多孔質の電気的に絶縁された材料と、任意にセメントモルタルとを予め充填する、請求項1または2に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

【技術分野】**【0001】****発明の説明**

本発明は、鉄筋コンクリート構造のカソード防食の分野に関し、具体的には、コンクリート内に作製された内部のホールまたはスリットへの取り付けに適した、分離型のカソード防食用アノードの設計に関する。

【背景技術】**【0002】**

鉄筋コンクリート構造に関する腐食現象が当業界で知られている。それらの機械特性を改善するためにコンクリート構造中に挿入された鋼の強化材は通常、コンクリートのアルカリ性の環境により誘導される不動態化した形態で作用するが、それにもかかわらず、所定時間後、コンクリートの多孔質構造を通過してイオンが移動することによって、防食性の不動態化膜に局所的な攻撃が加えられる。具体的には、実質的に鉄筋コンクリート構造が用いられるあらゆる種類の環境に存在する塩化物、および、より厳しくは塩分を含む水に晒されるような環境（海の領域に位置する橋、柱、建築物）に存在する塩化物、不凍液の塩（寒冷地における橋や道路の建造物）、または、さらに例えば埠頭および桟橋の場合は海水による攻撃が起こるという懸念がある。塩化物への曝露の限界値は、約0.6 kg/立方メートル（コンクリート）と推測されており、それを超えると補強の鋼の不動態化状態が保証されない。コンクリートの腐食のその他の形態の一つは、炭酸ガス飽和現象、すなわちセメント混合物の石灰と大気の二酸化炭素との反応による炭酸カルシウムの形成である。炭酸カルシウムは、コンクリートのアルカリ量を低くし（pH 13.5からpH 9へ）、それにより、鉄を防食されていない状態にする。塩化物の存在と、それと同時の炭酸ガス飽和は、構造中の補強筋の維持にとって最悪の状態の一つである。鋼の腐食生成物は、鋼それ自身よりも嵩が増え、それらが形成されることによって生じた機械的応力により、コンクリートの離層やひび割れ現象が生じる可能性があり、これは、安全性の観点だけでなく経済学の観点からも莫大なダメージをもたらす。この理由のために、当業界において、驚くべきほど高い塩濃度の場合でも大気中の物質に晒された鉄筋コンクリート構造の寿命を無期限に延長するための最も有効な方法として、カソードで鋼の強化材を分極することからなる方法が知られている。この方法において、鋼の強化材は、酸素をカソードで還元する部位になり、アノードの腐食と分解反応を抑制する。このようなシステムは鉄筋コンクリートのカソード防食として知られており、これは、様々な種類のアノード構造を、カソードの対電極として作用する防食しようとする強化材と共にコンクリートに組み合わせることによって実施されている；ここで、加えられる電流は、外部の整流器によって維持され、部分的に塩を含む溶液に浸漬した多孔質コンクリートからなる電解質を通過して流れる。カソード防食システムの取り付けは、新たに構築する構造の場合は最初から行ってもよいし（このような場合、「カソードの防護システム」が参照されることが多い）、または、古い構造に新たな構造を取り付けて行ってもよい。

【0003】

鉄筋コンクリートのカソード防食に一般的に使用されるアノードは、アノードで酸素発生させるための遷移金属酸化物またはその他のタイプの触媒で被覆されたチタン基板からなる。基板として、その他の弁金属を、純粋な形態、または、合金化した形態のいずれかで利用することが可能である；しかしながら、純チタンが、コスト面の理由で一般的に好みの選択である。システム設計の観点から、強化フレームのカソード防食は、2種の別個の方法に従って、すなわち分配したアノード、または、分離型のアノードを用いて行うことができる。分配したアノードを用いた防食構造は、適切に製造された防食しようとする強化材のコンクリートで被覆した表面を、高度に拡張されたメッシュからなるアノードで覆うことによって提供される；続いてこのアノードを、厚さ2~3センチメートルの新しいセメント層で覆う。あるいは、メッシュまたは固形のリボンを、被覆内の切断された電線管（その深さは、鉄に達するほど深くない）に取り付けて、続いて前記電線管をセメントモルタルで充填してもよい。新たに構築された構造において、最終的に、アノード（

10

20

30

40

50

典型的にはアノードのメッシュリボン)は、補強ケージ上に直接取り付けることができ、それにより、プラスチック製またはコンクリート様のスペーサーのような手段によって鉄から電気的に絶縁された状態を維持することができる。アノードシステムは、構造用のコンクリートをキャスティングする時に構造内に埋め込まれる。わずかな直流(典型的には、強化材 1 m^2 あたり $1\sim30\text{ mA}$)をアノードに加え、構造全体にわたり分配させ、ここで、防食しようとする強化材が十分に単純で規則的な形状を有する場合、均一なカソード電位を防食しようとする強化材にかける。逆に言えば、強化材が複雑な形状を有し、何らかの他よりも接近しにくい部分、または、単位面積あたり異なる鋼密度を有する部分、またはその他の種類の不規則性を有する部分を示す場合、他の部分に過剰な電流を供給することなく全ての強化材部分に確実に十分な防食を施すことが困難になる場合がある。アノードが分離したタイプの防食構造において、このような不都合は、分離したアノードを、例えばコンクリート中に形成した適切なホールまたはスリット中に取り付けられたメッシュまたはリボン型のバー、プレート、ロッドまたはセグメントの形態で用いて、それらを配置した後、そこにセメントモルタルで固めることによって克服することが可能である。分離型のアノードは、必要に応じて置いてもよく、例えばそれらの数を増加させたり、または、より多くの電流を提供するのに必要なスポットにおいてそれらの間隔を短くしたりする場合に置いてもよい。いくつかの構造に関して、最終的には、メッシュおよびリボン型アノードと、分離型のアノードとの組み合わせを提供することによって最良の防食作用が得られる。

【発明の開示】

【0004】

上述したタイプのアノード(メッシュ、リボン型、または、分離型のアノード)に適用可能な最大電流密度は、周囲ゾーンにおける過剰なコンクリートの酸性化を予防する必要性によって制限され、このような酸性化は実際に数種のダメージを引き起こすが、このようなダメージとしては、なかでもアノードの周りの限定された領域における反応生成物の形成、および、その結果、必然的に界面抵抗が急上昇するために生じる機械的な作用、それによる周囲のモルタルの劣化が挙げられる。力を調節することによって、最大で 110 mA/m^2 のアノードの有效的活性を示す表面積あたりの最大電流密度(ここで表面積とは、2つの面の合計を意味する)を提供する。従って、コンクリート中に深いホールまたはカットを製造することに伴う材料コスト、加えて取り付けコストを過剰に増加させないで、最大電流密度に応じて必要な防食電流を供給することができるため、単位長さあたりのアノード表面を適切に最大化する。その他の形態で、取り付けのコストを制限するために、アノードの運搬および組み立ての容易さをできる限り改善することも必要である。最終的に、アノードとアノードを固定するのに用いられるセメントモルタルとの付着をできる限り強くすることができる電極の幾何学的配置を見極めることが必要である。従来技術の分離型のアノードの電極の幾何学的配置は、これらのあらゆる形態における重要な欠陥を明白に示すが、これはなぜなら、例えば単位長さあたりのアノード表面の増加は、それらの直径または長さの増加によってしか達成されない場合があるためである。その上、垂直な表面または構造の天井部への円柱形の、または、メッシュまたは固形のリボン型のアノードの取り付けは極めて難しいことが示される場合があり、この場合、このようなアノードは、新しいモルタルで覆う前にコンクリート中に形成されたホールまたはスリットに、重力の作用によってそれらが下に落ちないように適切に固定されなければならない。

【0005】

本発明の第一の目的は、従来技術の欠点を克服した、鉄筋コンクリート構造の分離型のカソード防食用アノードシステムを提供することである。

【0006】

具体的には、本発明の目的の1つは、単位長さあたりの高い活性を示す表面、運搬、貯蔵および取り付けの容易さ、ならびに、セメントモルタルへの強い付着を特徴とする、鉄筋コンクリート構造の分離型のカソード防食用アノードシステムを提供することである。

【0007】

10

20

30

40

50

本発明の第二の目的は、アノードが分離したタイプの鉄筋コンクリート構造用カソード防食システムを提供することである。

【0008】

本発明のさらなる目的は、アノードが分離したタイプの鉄筋コンクリート構造用カソード防食システムの取り付け方法を提供することである。

【0009】

これらのおよびその他の目的は、以下の説明から明白になると予想されるが、これらは単に代表的な目的を示しただけであり、本発明の限定を構成することを目的としない。

【0010】

本発明のアノードは、波形のチタンまたはその他の弁金属製平面基板からなり、このような平面基板は、それ自身をロールさせて円柱を形成するのに適しており、集電体に溶接させることによって表面の触媒活性化を提供する。

【0011】

発明の説明から明らかと思われるが、本明細書において一般的に用いられる円柱という用語は、一般的に円柱状の形状に近い表面も包含し、具体的には波形にすることによって生じる多少の変形を無視した円柱状の形状も包含する。

【0012】

波形基板は、好ましくは薄い波状のメッシュからなり、集電体は、好ましくはロッドまたはストリップであり、例えば、活性化された基板の中心、または、その片側にそって溶接されたロッドまたはストリップである。

【0013】

本明細書において用いられる波形基板という用語は、一般的に、溝の付いた表面の形状を定めることができるあらゆる形の折り畳みまたは溝に形成された外形を有する基板を意味し、このような外形としては、連続的に折り曲げられたことによる折り畳み、および、角が鋭い「ひだ」が挙げられ、これらは任意に平らにした末端と組み合わせてもよい。

【0014】

上記基板は、容易に円柱形に巻くことができる程度に薄くなければならぬ、ここでこの円柱状に巻くことは、好ましくは、集電体の主要寸法に平行に実行される；一方で、基板の厚さは、円柱状に巻かれたアノードに弾性的挙動が付与されるように表面の波形を永続的に維持する程度でなければならない。好ましい一実施態様において、上記基板は、最初の厚さが0.2～2mmを含み、長さが30～300mmを含み、直線の1メートルあたり20～2000本を含む数の溝を有する波状のメッシュである。波形を形成して溝を有する幾何学的配置の形状を定める工程後の最終的な厚さは、好ましくは、1～30mmを含む。本発明のカソード防食システムは、本発明のアノードを複数含み、これらのアノードは、円柱形に巻かれ、金属製の防食しようとする強化材周囲のコンクリートの適切なゾーン内に作製された適切な円柱形のホールまたは開口部に押し込まれ、セメントモルタルで固定される。本発明のカソード防食システムのアノードは、当業界既知の周囲に露出した鉄筋との短絡を防ぐために、外部の絶縁リングまたはその他のそれと等価な手段をさらに備えていてもよい。代替法として、アノードを適切なホールへ挿入する前に、セメントモルタルまたはその他の多孔質の電気的に絶縁された材料でアノードを予め充填してもよい。

【0015】

さらなる実施態様によれば、アノードをコンクリート中に取り付ける前に、アノードを円柱状に予め溶接してもよい。適切なホールをドリルで開けると補強筋を貫通してそれを切断しやすくなり、開口した円柱の形態のアノードの取り付けは、アノードの円柱と、ドリルでの穴あけ手順によって露出した補強筋との間で短絡を引き起こす可能性がある場合、この立体配置が特に好ましい。コンクリート構造を構築する間にカソードの防御が適用される場合、予め溶接した円柱形のアノードの使用が適切である。このような予め形成された円柱は、絶縁スペーサーで適切な間隔をあけた鉄筋ケージに取り付けてもよい。具体的には、アノードの円柱は、鉄筋ケージの鋼密度が高い領域の付近に正確に設置させて

10

20

30

40

50

、最適な局所的な電流分布を確実にすることができる。本発明のアノードは、円柱形に巻かずに取り付けることもでき、すなわちコンクリート内に作製された適切なスリット内に、平坦な、または、軽く曲げられた開口した形状で（例えば、半円または三日月型などに巻かれた形状）取り付けてもよい。このタイプの構造の利点は、当業者にはよく知られていると予想される：波形基板は、投影された表面よりも広い活性表面（例えば、1.5倍広いかまたはそれより広い）を示し、それにより供給可能な総電流が、単位長さあたりの規制に応じて有意な割合で、好ましくは50%またはそれより多く増加させることができる。上記アノードは、触媒で被覆して平面なシートとして扱うことができ、それらの使用時に簡単に円柱形に巻くことができるため、このようなアノードは活性化および運搬が容易である；集電体は、必要に応じて運搬する前に固定してもよいし、またはその後に固定してもよい。上記アノードは、手動で巻き、任意にクリップの適用によって円柱状の形状を維持してもよく、このようなアノードは、任意にプラスチック材料のガイドチューブ（その後その部位から摘出される）を用いて、コンクリート内に作製されたホールに押し込まれる。アノードの弾性的挙動は、このようなホールの壁によく固定させることに役立つ；アノードの波形表面にとって、セメントモルタルをホールへキャスティングした後にセメントモルタルを固定すること、または固定時に噴霧してセメントモルタルを固定することが好ましく、任意にアノードをホールに挿入する前にアノードへ塗布してもよい。

【0016】

本発明の理解をより深めるために以下の図を参照するが、これらはそれらのいくつかの好ましい実施態様を説明するためであり、決して限定するものとは解釈されない。

【0017】

図1は、本発明のアノードの第一の実施態様の平面図および断面図を示す。

【0018】

図2は、本発明のアノードの第二の実施態様の平面図である。

【0019】

図3は、図1に記載のアノードの波状の基板を集電体に固定する形態の詳細を示す。

【0020】

図4は、適切な鉄筋コンクリート構造のカソード防食システムに取り付けられた本発明の分離型のアノードの上面図である。

【0021】

詳細に説明すると、図1は、平面基板上に製造された本発明のアノードの平面図を示し、ここで特定のケースにおいて、平面基板は波状のメッシュである（100）；図面を明確にするために、波状のメッシュの波形は図面の様式で（101）と定義し、それらの表面設計は再現させていない。（100'）は、同じ波状のメッシュの断面図を示す。しかしながら波状のメッシュは、本発明を実施することができる波形基板の単に1種類に過ぎず、その他の多くの幾何学的配置が本発明の範囲内であり、そのような配置としては、なかでも固形シート、多孔質シートもしくは発泡シート、金属発泡体、ならびに、このような種類の固形の構成要素、または、好ましくは多孔質の構成要素を積層させることによって得られるそれらの様々な組み合わせが挙げられる；具体的な波形基板の幾何学的配置を選択するための明確な要素は、円柱形へ巻くことの容易さ、弾性的挙動、および、永続的な波形の形成と維持の容易さによって提供される。アノードの基板（100）は、当業者既知の触媒性の被覆によって活性化され、好ましくは酸素発生反応のための触媒を含み、このような酸素発生反応のための触媒としては、例えば、貴金属、例えばイリジウム、白金、パラジウム、ルテニウム、それらの酸化物、および/または、その他の遷移金属の酸化物、例えばチタン、タンタル、ニオブ、ジルコニウム、モリブデン、コバルトおよびその他のもの混合物が挙げられる。図1の実施態様において、集電体（200）は、波形基板（100）に中央の位置で溶接される；このような集電体は、ここではロッドであるが、バーまたはストラップまたはその他の当業界既知の縦長の集電体からなっていてもよい。

【0022】

10

20

30

40

50

図2は、本発明のアノードの実施態様の平面図を示し、この実施態様は図1と同等であるが、集電体(200)が、平面基板(100)に対して横の位置に溶接されている点で異なる。どちらの場合においても、本発明は、好ましくは、取り付けの際に円柱が形成されるように、2つの平行な端部を集電体に連結させるすることによって巻かれた平面基板を提供する。

【0023】

図3において、当業界既知の技術の1つに従って実施された溶接(300)によって、アノードの基板(100)として作用する波状のメッシュを、ロッド状の集電体(200)に固定することに関する詳細を示す。

【0024】

図4は、鉄筋コンクリート構造用カソード防食システムに取り付けられた本発明の分離型のアノードの上面図を示す；波形基板(100)は、集電体(200)に平行な軸を有する円柱状にロールされ、アノードは、コンクリート(500)中に形成されたホール(400)に押し込まれる。

【0025】

アノードを取り付けた後、セメントモルタルの塗布によってアノードを固定する(示さず)。同等な実施態様に従って複数のアノードを取り付け、鋼の強化材の防食条件に従って分配させ、アノードによって分極させ、本発明のアノードが分離したタイプのカソード防食システムを構成する。図4に示された波形基板(100)は、連続的に曲げられた外形を有するが、当業者であれば当然ながら、本発明は、それらの範囲から逸脱することなくその他のタイプの波形基板を用いて実施することも可能であり、例えば鋭い角を有するひだ状の基板を用いてもよく、これを円柱状に巻くと、その上面図は星形の外形になる。

【0026】

実施例

厚さ0.6mmの幅の狭いメッシュネット(サイズは5m²)を、コンクリート中での加工に適した貴金属の触媒性の被覆で活性化し、その後、波形にし、数個の幅150mm、長さ200または400mmの断片に切断した。このようにして得られたアノードは、最大電流密度110A/m²でそれぞれ6.7または13mAの電流容量を有する。このような電流供給は、所定の適用された電流密度に関して従来技術のアノードに比べて高い値を示す。集電体としてチタンロッドを、得られた断片それぞれに中央の位置でスポット溶接した。このようにして形成されたアノードを、特にオーバーレイのための道路舗装からの排水ゾーンにおいて塩化物で汚染された橋の天井および柱にカソード防食システムを取り付ける必要のある建設現場に運んだ。これらのゾーンは、最も汚染された部分(アノードのゾーン)に局所的な特に高い電流を必要とした。

【0027】

約500mmの間隔を開けた深さ250mm、幅65または130mmのホールを、天井および柱のコンクリート内に作製し、それにより本発明のアノードを、適切には手動で円柱状にロールさせてそれらの内部に容易に取り付けられるようにした。柱の壁への取り付けを容易にするために、プラスチック製のガイドチューブ(それらの直径は、ホールの直径よりもわずかに小さい)をコンクリート中に形成されたホール内に挿入した。ガイドチューブ内部に円柱状に巻かれたアノードを挿入した。各アノードを設置する際に、ガイドチューブを除去した。

【0028】

このようにして残留したアノードを、操作員によるホールの充填が簡単になるようにホールの壁に完全に固定した。アノードを天井に取り付けるために、アノードを円柱形に形成し、円柱それ自身が十分な弾性を持つように金属またはプラスチック製のクリップを用いて円柱形の形状を安定化させた。この場合も、円柱形のアノードを防食しようとする天井のホール内部に取り付けたら、それらをホールそれ自身の内部表面に完全に固定した。比較的接近しやすい防食しようとするその他の橋の領域において、アノードは、手動で円柱状にロールさせた後でも、ガイドチューブ、または、金属またはプラスチック製のクリ

10

20

30

40

50

ツップを必要とせずに取り付けが可能であった。取り付け後、適切な配線によってアノードと電流整流器とを適切に連結させた。防食レベルをモニターするために、さらに銀／塩化銀の参照電極も取り付けた。

【0029】

カソード防食システムを約30日間活性化し、その後システムの正しい機能を測定するための基準によって一般的に規定された100mVの脱分極試験を行ったところ成功した。以上の説明は、本発明を限定することを目的とするものではなく、それらの範囲から逸脱することなく異なる実施態様に従って用いてもよく、その程度は、添付の請求項によって一義的に定義される。

【0030】

本願の説明および請求項にわたり、用語「～を含む（comprise）」およびそれらの変形、例えば「comprising」および「comprises」は、その他の構成要素または追加の要素の存在を排除することは目的としない。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明のアノードの第一の実施態様の平面図および断面を示す。

【図2】本発明のアノードの第二の実施態様の平面図である。

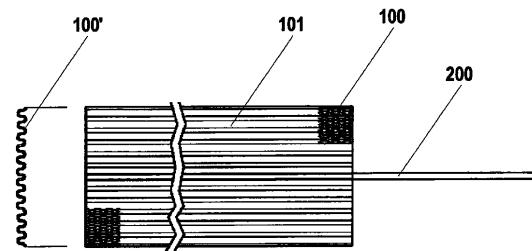
【図3】図1に記載のアノードの波状の基板を集電体に固定する形態の詳細を示す。

【図4】適切な鉄筋コンクリート構造のカソード防食システムに取り付けられた本発明の分離型のアノードの上面図である。

10

20

【図1】



【図2】

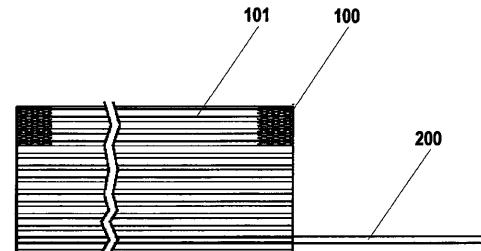


fig. 1

fig. 2

【図3】

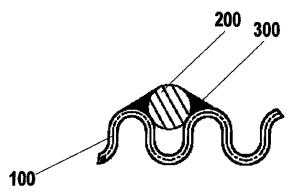


fig. 3

【図4】

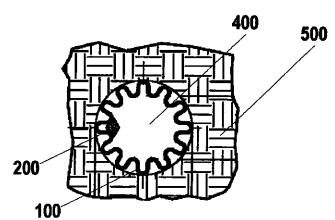


fig. 4

フロントページの続き

(72)発明者 テッタマンティ, ミケレ
イタリア国 22079 ヴィッラグアルディア, ヴィア・サンタ・カテリーナ 36

(72)発明者 モジヤナ, コッラード
イタリア国 22868 ヴァルマドレラ, ヴィア・カンポグランデ 66

(72)発明者 ペドリネッリ, ジョルジヨ
イタリア国 20068 ペシエラ・ボッロメオ, ヴィア・ヴェネト 9 / 6

審査官 川村 健一

(56)参考文献 特開2002-371391 (JP, A)
特許第2913883 (JP, B2)
特公平04-065907 (JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C 23 F 13 / 00