

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4316376号
(P4316376)

(45) 発行日 平成21年8月19日(2009.8.19)

(24) 登録日 平成21年5月29日(2009.5.29)

(51) Int.Cl. F1
G02F 1/15 (2006.01) G02F 1/15 507

請求項の数 20 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-531248 (P2003-531248)	(73) 特許権者	506324507
(86) (22) 出願日	平成14年9月26日 (2002.9.26)		クロモジェニクス・アクチボラード
(65) 公表番号	特表2005-504344 (P2005-504344A)		スウェーデン国エスイー-753 23
(43) 公表日	平成17年2月10日 (2005.2.10)		ウップサラ、メルスタガタン 4
(86) 国際出願番号	PCT/SE2002/001762	(74) 代理人	100089705
(87) 国際公開番号	W02003/027762		弁理士 社本 一夫
(87) 国際公開日	平成15年4月3日 (2003.4.3)	(74) 代理人	100140109
審査請求日	平成17年8月31日 (2005.8.31)		弁理士 小野 新次郎
(31) 優先権主張番号	0103198-8	(74) 代理人	100075270
(32) 優先日	平成13年9月26日 (2001.9.26)		弁理士 小林 泰
(33) 優先権主張国	スウェーデン (SE)	(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100096013
			弁理士 富田 博行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エレクトロクロミックフィルムおよびこれを含む装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一般式： $A_p B_q O_x D_y$

を有するエレクトロクロミックフィルムであり、ここで、

AはNi、Cr、V、Mn、Fe、W、Mo、PrおよびHfから成る群から選択された1種の元素または2種以上の元素の組合せであり、その総量はpに設定され、

BはMg、Ca、Sr、Ba、Al、Nb、Zr、TaおよびSiから成る群から選択された1種の元素または2種以上の元素の組合せであり、その総量はqに設定され、

Oは酸素であり、

DはH、FおよびNから成る群から選択された1種の元素であるエレクトロクロミックフィルムにおいて、

比率 q/p は0.5より大きく且つ3未満であり、 x は0.5($p+q$)より大きく且つ5($p+q$)未満であり、そして y は0であるかまたは0より大きく且つ $2x$ 未満であることを特徴とする、エレクトロクロミックフィルム。

【請求項2】

AはNi、CrおよびFeから成る群から選択された1種の元素であり、BはMg、Al、Nb、ZrおよびTaから成る群から選択された1種の元素であることを特徴とする、請求項1記載のエレクトロクロミックフィルム。

【請求項3】

BはMgであることを特徴とする、請求項1または2記載のエレクトロクロミックフィ

10

20

ルム。

【請求項 4】

B は A 1 であることを特徴とする、請求項 1 または 2 記載のエレクトロクロミックフィルム。

【請求項 5】

A は N i であることを特徴とする、請求項 1 または 2 記載のエレクトロクロミックフィルム。

【請求項 6】

A は N i および V であり、ここで、V の量は N i の量に対して 4 % ~ 12 % であり、そして好ましくは約 8 % であることを特徴とする、請求項 1 または 2 記載のエレクトロクロミックフィルム。

10

【請求項 7】

B は M g であり、比率 q/p は 1.1 未満であり、好ましくは約 0.8 であり、そして x は 1.0 より大きく且つ 3.0 未満であることを特徴とする、請求項 5 または 6 記載のエレクトロクロミックフィルム。

【請求項 8】

B は A 1 であり、比率 q/p は 1.1 未満、好ましくは 0.5 より大きく且つ 0.9 未満であり、そして x は 1.0 より大きく且つ 3.0 未満であることを特徴とする、請求項 5 または 6 記載のエレクトロクロミックフィルム。

【請求項 9】

B は Z r であり、そして比率 q/p は 1.5 未満、好ましくは 1.0 未満であることを特徴とする、請求項 5 または 6 記載のエレクトロクロミックフィルム。

20

【請求項 10】

B は T a であり、そして比率 q/p は 1.5 未満、好ましくは 1.0 未満であることを特徴とする、請求項 5 または 6 記載のエレクトロクロミックフィルム。

【請求項 11】

B は N b であり、そして比率 q/p は 1.5 未満、好ましくは 1.0 未満であることを特徴とする、請求項 5 または 6 記載のエレクトロクロミックフィルム。

【請求項 12】

A は W であることを特徴とする、請求項 1 または 2 記載のエレクトロクロミックフィルム。

30

【請求項 13】

B は M g または A 1 であり、比率 q/p は 0.8 より大きく且つ 1.2 未満であり、そして x は 1 より大きく且つ 5 未満であり、そして好ましくは比率 q/p は約 1 であることを特徴とする、請求項 12 記載のエレクトロクロミックフィルム。

【請求項 14】

一定量の L i、N a または K、またはこれらの組合せを含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 13 いずれかに記載のエレクトロクロミックフィルム。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 14 いずれかに記載の少なくとも 1 つのエレクトロクロミックフィルムを含むことを特徴とする、エレクトロクロミック装置。

40

【請求項 16】

請求項 15 記載のエレクトロクロミック装置を含むことを特徴とする、切替可能な窓。

【請求項 17】

請求項 15 記載のエレクトロクロミック装置を含むことを特徴とする、表示装置。

【請求項 18】

請求項 15 記載のエレクトロクロミック装置を含むことを特徴とする、携帯電話。

【請求項 19】

請求項 15 記載のエレクトロクロミック装置を含むことを特徴とする、減光ミラー。

【請求項 20】

50

請求項 15 記載のエレクトロクロミック装置を含むことを特徴とする、可変熱放射装置

。【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は新規なエレクトロクロミックフィルムおよびこのようなエレクトロクロミックフィルムの少なくとも1つの層を含むエレクトロクロミック装置に関する。

【背景技術】

【0002】

今日、エレクトロクロミック装置は主に自動車の減光ミラーとして市販されている。しかしながら、近い将来、エレクトロクロミック装置は、コンピュータおよび携帯電話用の表示装置、切替可能な窓、可変熱放射装置などのような多様な用途に広く使用されることが期待されている。

【0003】

典型的なエレクトロクロミック装置は、イオン伝導体によって分離された陰極(cathode)および陽極(anode)を含み、そして両端部が透明な電子伝導体で被覆された薄膜多層物である。このような薄膜積層物は、イオン伝導体が薄膜である場合、一つの基体上に堆積されてもよく(全薄膜装置)、またはイオン伝導体がポリマーである場合、二つの基体の間に埋め込まれてもよい(積層装置)。このような装置は、陽極と陰極の間の電荷移動に基づいて、その光透過率を透明状態から着色状態に変化させ、そして元に戻す。陽極と陰極は両方とも適切な光学的性質を有すること、即ち、脱色状態において十分に透明であり、そして着色状態において十分に暗いことが必要である。エレクトロクロミック材料および装置に関する広範囲の調査がC. G. Granqvistの“無機エレクトロクロミック材料のハンドブック”, Elsevier, 1995に見出される。

【0004】

窓、ミラーまたは減光フィルターのようなエレクトロクロミック装置において、エレクトロクロミック薄膜堆積物は、これが脱色状態にある場合、目に見えないことが望ましい。しかしながら、ニッケル、イリジウムおよびバナジウムの酸化物のような多くの公知の無機エレクトロクロミック酸化物フィルムは、それらの最大透明状態で完全に無色ではないという欠点を有し、またこのフィルムは、500nm以下の波長領域で透過率が低下する(吸収率が增大する)ため、少し茶色がかった黄緑色を示す。

【0005】

脱色状態で透過率が增大することに関する先行技術の例としては、窒素の添加によって酸化イリジウムの吸収を減少させることを記載した米国特許5798860号があり、また反射防止層をエレクトロクロミック装置の外側に付与することにより透過率を増大させることを記載した米国特許5724177号がある。有機エレクトロクロミック材料に基づく装置に関しては、脱色状態で残留色を減少させることが米国特許6188505号に記述されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、従来技術のエレクトロクロミックフィルムおよび装置の欠点を克服する新規なエレクトロクロミックフィルムおよび装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題は請求項1記載のエレクトロクロミックフィルム、および請求項19記載のエレクトロクロミック装置によって達成される。

このようなエレクトロクロミックフィルムを用いる一つの利点は、従来技術のフィルムと比較して、脱色状態における透過率が、特に500nm以下の波長領域において、増大することである。

10

20

30

40

50

【0008】

他の利点は、イリジウム（Ir）のような高価な元素をMg、Al、Nb、ZrおよびTaのような安価な元素で置き換えると、材料費が低減することである。

本発明の具体的な態様は従属請求項に示される。

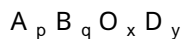
【0009】

本発明は概して、Mg、Ca、Sr、Ba、Al、Nb、Zr、TaおよびSiから成る群からの1種または2種以上の元素を公知のエレクトロクロミック酸化物、水和酸化物、水酸化物、オキシフッ化物、オキシ窒化物、オキシ水酸化物またはアルカリ金属含有酸化物に添加することを含む。異なる組成物を使用した数多くの実験の結果、この種のエレクトロクロミックフィルムは、特に500nm以下の波長領域において、脱色状態で高いフィルム透過率を有することが示された。

10

【0010】

所望の特性を達成するために、本発明に従うエレクトロクロミックフィルムは下記の一般式で記述できることが判明した：



ここで、

AはNi、Ir、Cr、V、Mn、Fe、W、Mo、Ti、PrおよびHfから成る群からの1種の元素または2種以上の元素の組合せであり、その総量はpに設定され、

BはMg、Ca、Sr、Ba、Al、Nb、Zr、TaおよびSiから成る群からの1種の元素または2種以上の元素の組合せであり、その総量はqに設定され、

20

Oは酸素であり、

DはH、FおよびNから成る群からの1種の元素である。

【0011】

所望のフィルム透過率特性は、比率q/pが0.2より大きく且つ3.5未満であり、xが0.5(p+q)より大きく且つ5(p+q)未満であり、そしてyが0であるかまたは0より大きく且つ2x未満である場合に、達成される。AがNi、Ir、CrまたはFeであり、そしてBがMg、Al、Nb、ZrまたはTaである場合、比率q/pは好ましくは0.5より大きく且つ3未満である。

【0012】

このフィルムは一定量のLi、NaまたはK、またはこれらの組合せを更に含有できる

30

。一般的には、このフィルム中のB金属の量はA金属の量の20%以上かつ350%以下である。従って、本発明においては、特開昭61-029822号および特開平10-197905号に記述されているような公知の組成物に比べてB金属を比較的多く添加する。特開昭61-029822号においては、少量(2%)の金属M(Mg、Caおよびその他の本発明の範囲外の元素)が酸化Irのフィルムに添加され、その結果、耐久性が向上した微細多孔性フィルムが得られる。特開平10-197905号は、10~1000ppm(重量比)のMgOおよび任意にAl₂O₃をWO₃とMoO₃系のエレクトロクロミックフィルムに添加し、これによって前記フィルムの着色速度を増大させることを開示する。

40

【0013】

次に、添加物がMgまたはAlである幾つかの非限定な実施例によって本発明を説明する。これらの実施例から、比率q/pは好ましくは0.2より大きく且つ3.5未満であると結論できる。更に好ましくは、“A”がNiであり、そして“B”がMgまたはAlである場合、比率q/pは好ましくは0.2より大きく且つ1.1未満である(最適条件は0.5 < q/p < 0.9である)。“A”がIrであり、そして“B”がMgである場合、比率q/pは好ましくは2より大きく且つ3未満である。“A”がWであり、そして“B”がMgまたはAlである場合、比率q/pは好ましくは0.8より大きく且つ1.2未満である。

【0014】

50

少量のマグネシウム含有酸化物およびアルミニウム含有酸化物の例が以下に示され、そしてこのようなフィルムはマグネシウムまたはアルミニウムを含まない対応する酸化物よりも透明であることが示される。これらのフィルムはアルゴンと酸素の雰囲気中で金属ターゲットからの直流マグネトロンスパッタリングによって堆積され、ニッケルを含有するフィルムに対しては、水素がそのスパッタリング雰囲気にさらに添加された。これらの手段はこの技術分野で公知である。

【 0 0 1 5 】

“ B ” 元素の添加に基づく光学的性質の変化は、得られる酸化物が、“ B ” 元素を含有しない各酸化物よりも大きなバンドギャップを有することに起因すると考えられる。このバンドギャップの増大は、“ B ” 酸化物の分離相が他の酸化物の別の相に添加される場合とは対照的に、“ B ” 元素が他の金属を伴う単一相の酸化物を形成する場合に生じる可能性が高いと推測される。例えば、純粋な MgO は電気化学的に不活性であることが判明し、そしてエレクトロクロミックフィルム中の MgO の分離相は有用な目的を果たさないと考えられるが、しかし、このような相は、特定の堆積技術などによって回避できない場合、許容できると考えられる。従って、以下に記述するフィルムを規定する化学式においては、フィルムの相組成に関係なく、フィルム中の原子の総量が示される。

【 0 0 1 6 】

本発明の本質は、 NiO_xH_y のフィルム、 $NiMg_{0.8}O_{2.4}H_y$ のフィルム、および $NiAl_{0.76}O_{1.9}H_y$ のフィルムの最大の透明状態における吸収率を比較する図1に示される。記号表示の x および y は元素濃度が確定されなかったことを示す。図1で使用されたフィルムは 200 nm の厚さを有する。吸収率は $1 - T - R$ (ここで、 T および R はそれぞれ透過率および反射率を示す) として計算され、パーセントで示される。図1で明確に示されるように、マグネシウム含有フィルムおよびアルミニウム含有フィルムの吸収率は、全ての可視範囲を通じて NiO_xH_y フィルムの吸収率よりも僅かに低く、フィルム間の差は波長が減少するにつれて増大する。 $380 \sim 500\text{ nm}$ の範囲で吸収率が増大すると、純粋な酸化ニッケルのフィルムは黄褐色になるが、これに対して Mg 含有フィルムおよび Al 含有フィルムは吸収率が低いため、残留色が少なくなる。

【 0 0 1 7 】

数値の点では、 $Ni_pB_qO_xH_y$ から成る 200 nm 厚のフィルムの吸収率は、 B が Mg 、 Al 、 Zr 、 Ta 、 Nb のうちの1種である場合、脱色状態において 400 nm の波長で 18% 以下であることが判明した。

【 0 0 1 8 】

酸化ニッケルバナジウムのフィルムにマグネシウムを添加した場合に同様の効果が観察される。図2は、 $NiV_{0.08}O_xH_y$ のフィルムと比較した $NiV_{0.08}Mg_{0.5}O_{2.4}H_y$ フィルムの脱色状態における吸収率を示す。着色状態におけるフィルムの外観に関しては、 Mg または Al を添加した効果は何ら認められなかった。

【 0 0 1 9 】

脱色状態で吸収率が低いことに加え、これらのフィルムが元素 “ B ” の添加によって電気化学的活性度を喪失しないことは重要である。図3は、 1 M の KOH 中のサイクルに基づく着色電位 (coloration potential) ($U_{c.o.1}$) の関数としての $NiV_{0.08}O_xH_y$ 、 $NiV_{0.08}Mg_{0.5}O_{2.4}H_y$ および $NiAl_{0.6}O_xH_y$ のフィルムの荷電容量 (charge capacity) を比較したものである。同じ容量を得るためには、 Mg 含有フィルムはマグネシウムを含有しないフィルムよりも $0.05 \sim 0.1\text{ V}$ 高い着色電位を必要とすることがわかる。着色電位のこの増大はわずかであるため、エレクトロクロミックの用途に許容できる。 $NiAl_{0.6}O_xH_y$ のフィルムは、同じサイクル条件下で $NiV_{0.08}O_xH_y$ と実質的に同じ荷電容量を有する。サイクルのボルタンメトリーによって、酸化ニッケルに典型的である同じ形状のボルタンモグラム (voltammogram) が、マグネシウム/アルミニウムを含有するフィルムおよびマグネシウム/アルミニウムを含有しないフィルムについて得られた。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

図4は、酸化イリジウムフィルムおよびMg/Ir原子比が約2.6の酸化イリジウムマグネシウムフィルムについての着色状態および脱色状態における吸収率の例を示す。脱色状態における吸収率はマグネシウムの添加によって減少し、更にこの二つの組成物の間の吸収率の差は、短い波長において、特に500nm以下の波長で大きくなることからわかる。脱色状態において透明性が大きいこと他に、Mg含有フィルムは着色状態において少し暗く、これは装置の操作の観点から有益である。

【0021】

ニッケルを含む上述の例とは異なって、0.1Mのプロピオン酸中での酸化イリジウムマグネシウムフィルムのボルタンモグラムは、図5に示すように、純粋な酸化イリジウムのそれとは明らかに異なる形状を示す。マグネシウム含有フィルムは、同じサイクル条件下で純粋な酸化イリジウムよりも少し大きい荷電容量（これはボルタンモグラムの面積に比例する）を有し、これが着色状態において濃い色を呈する理由であろう。図5のボルタンモグラムは図4で示されたフィルムと同じフィルムについて記録された。

10

【0022】

酸化イリジウムマグネシウムの陽極と酸化タングステンの陰極を有する装置について、脱色状態において80%以上の視感透過率（ $T_{lum} = 80\%$ ）が、色度座標 $x = 0.34$ 、 $y = 0.34$ 、 $z = 0.32$ （ここで、 $x = y = z = 0.33$ の値は無色の装置に相当するであろう）を用いて得られた。パラメータ x 、 y および z は色度座標についての標準パラメータであって、本発明の化学式の下付き文字と混ぜられるべきではない。色度座標の概念は、[S. J. Williamson, H. Z. Cumminsの「自然および人工の光と色」J. Wiley and Sons, ニューヨーク, 1983, 69~72頁]に詳細に記述されている。

20

【0023】

これまで述べた例は陽極のエレクトロクロミック酸化物に関する。陰極のエレクトロクロミック材料の例を示すために、酸化タングステンマグネシウムの超短波長の透過率を同様に観察した。更に、着色状態は、Mg含量が増大するにつれて WO_3 の青から灰色側に变化した。このフィルムは、Mg対Wの原子比が約1において、着色状態で中間色（灰色）を呈する。着色状態に関して、酸化タングステんにMgを添加すると、米国特許5847858号に記述されるように、V、TiまたはZnを添加した効果と同様の効果が得られる。

【0024】

マグネシウムを含有する陽極と陰極の両方を有する装置について、高い紫外線透過率が得られた。典型的には、酸化イリジウムマグネシウム陽極および酸化タングステンマグネシウム陰極を有する装置についてのあらゆる着色状態における紫外線透過率は、マグネシウムを含有しない電極を有する類似の装置についてのデータと比較して1.5~2倍高く、これは紫外線を用いる用途に有益である。

30

【0025】

これまでの例はガラス基体上に堆積したフィルムに関する。基体が特定の用途またはフィルム堆積の方法に適さない場合を除けば、同じ組成物を、プラスチックを含むほとんど全ての種類の基体上に堆積できる。制限される例は、例えば、酸化バナジウムフィルムを堆積するために使用する高温に由来するであろう。

40

【0026】

本発明に従うエレクトロクロミックフィルムは、切替可能な窓、エレクトロクロミック表示装置、減光ミラー、可変熱放射装置およびそれらの類似物のような機能強化されたエレクトロクロミック装置を構成できる。特に、本発明に従うエレクトロクロミックフィルムは、携帯電話用の表示装置を構成できる。

【0027】

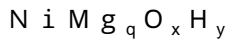
フィルムを堆積する観点から、元素“B”の添加は基体温度に新規な要件を導入しない。例えば酸化バナジウムまたは酸化タングステンの結晶性フィルムが堆積される場合に行われるのと同様に、基体を外部から加熱してもよい。基体は、例えばプラスチック箔を被覆する場合に行われるのと同様に、基体を外部から冷却してもよい。もちろん、必要がな

50

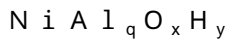
い場合には、外部加熱または冷却を行わずに堆積を実施できる。

【0028】

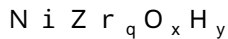
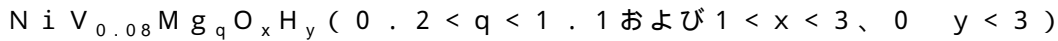
最後に、ここに提示されない他の実験例と共に、下記の組成物が脱色状態において優れた短波長透過率を有することが実験によって示された。



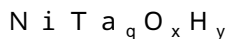
($0.2 < q < 1.1$ および $1 < x < 3$ 、 $0 < y < 3$) 最適: $q = 0.8$



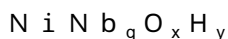
($0.2 < q < 1.1$ および $1 < x < 3$ 、 $0 < y < 3$) 最適: $q = 0.5 \sim 0.9$



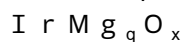
($0.2 < q < 1.5$ および $1 < x < 3$ 、 $0 < y < 3$) 最適: $q = 0.5 \sim 1.0$



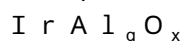
($0.2 < q < 1.5$ および $1 < x < 3$ 、 $0 < y < 3$) 最適: $q = 0.5 \sim 1.0$



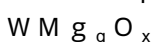
($0.2 < q < 1.5$ および $1 < x < 3$ 、 $0 < y < 3$) 最適: $q = 0.5 \sim 1.0$



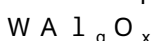
($2 < q < 3$ および $1 < x < 4.5$) 最適: $q = 2.6$



($0.5 < q < 3$ および $1 < x < 4.5$)



($0.8 < q < 1.2$ および $1 < x < 5$) 最適: $q = 1$



($0.8 < q < 1.2$ および $1 < x < 5$)

肯定的な結果を伴って評価された他の組み合わせは、 $A = \text{Ir}$ および $B = \text{Ta}$ である組成物を含む。

【0029】

以上において、数多くの実施態様を記載した。しかしながら、上記の組成物は、改良されたエレクトロクロミックフィルムおよびそれを含む装置を与える本発明の概念から逸脱することなく変更できることは明らかである。

【0030】

従って、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲の中で変更できるものである。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】酸化ニッケルマグネシウムのフィルムおよび酸化ニッケルアルミニウムのフィルムについての脱色状態における吸収率を純粋な酸化ニッケルのフィルムと比較して示すグラフである。

【図2】酸化ニッケルマグネシウムバナジウムのフィルムについての脱色状態における吸収率を純粋な酸化ニッケルバナジウムのフィルムと比較して示すグラフである。

【図3】酸化ニッケルマグネシウムのフィルムおよび酸化ニッケルアルミニウムのフィルムについての荷電容量を純粋な酸化ニッケルのフィルムと比較して示すグラフである。

【図4】酸化イリジウムマグネシウムのフィルムについての脱色状態および着色状態における吸収率を純粋な酸化イリジウムのフィルムと比較して示すグラフである。

【図5】酸化イリジウムマグネシウムのフィルムについてのポルタンモグラムを純粋な酸化イリジウムのフィルムと比較して示すグラフである。

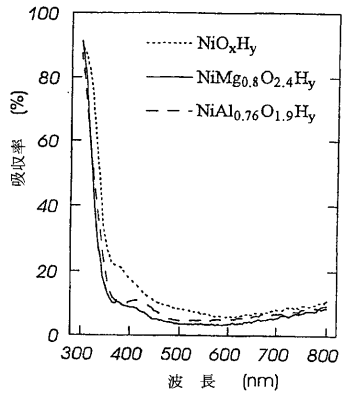
10

20

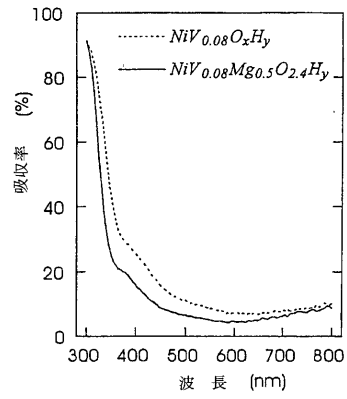
30

40

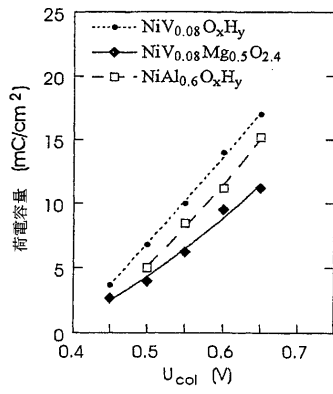
【 図 1 】



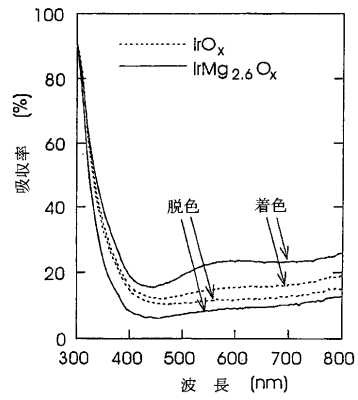
【 図 2 】



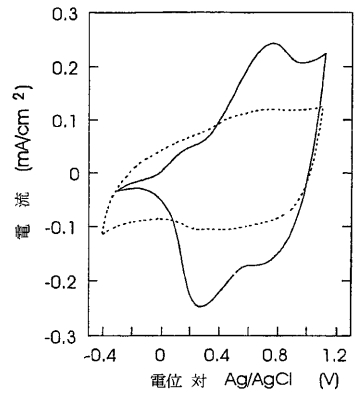
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100092015
弁理士 桜井 周矩
- (72)発明者 アツェンス, アンドリス
スウェーデン国エス - 7 5 6 2 4 ウップサラ, ラーガーロフスガタン 6
- (72)発明者 グランクピスト, クラエス - ゴーラン
スウェーデン国エス - 7 5 3 1 2 ウップサラ, オーブレ・スロットツガタン 2 8 ビー
- (72)発明者 カルマグ, リチャード
スウェーデン国エス - 7 5 2 2 4 ウップサラ, ビンデムスガタン 1 0 ビー
- (72)発明者 イシドルソン, ジャン
スウェーデン国エス - 4 6 1 3 9 トロールハッタン, ツンヘンスパーゲン 1 5
- (72)発明者 アベンダーノ・ソト, エステバン・ダミアン
スウェーデン国エス - 7 5 2 3 7 ウップサラ, エクルンドスホフスパーゲン 1 1

審査官 金高 敏康

- (56)参考文献 特開昭61-029822(JP, A)
特開平05-303119(JP, A)
国際公開第00/071777(WO, A1)
特開平10-197905(JP, A)
Zheng-Wen Fu et al, Lithiation and Electrochromic Characteristics of Composite Ta₂O₅-TiO₂ Films Fabricated by Ultraviolet Reactive Laser Ablation, Journal of Electrochemical Society, 2000年, Vol.147 No.6, p.2371-2374
E. DA COSTA et al, Alternative Nb₂O₅-TiO₂ thin films for electrochromic devices, Journal of material Science, 2001年 3月15日, Vol.36 No.6, p.1407-1410

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/15
JSTPlus(JDreamII)
JST7580(JDreamII)