

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3944165号

(P3944165)

(45) 発行日 平成19年7月11日(2007.7.11)

(24) 登録日 平成19年4月13日(2007.4.13)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 F 1/155 (2006.01)

G O 2 F 1/155

G O 2 F 1/15 (2006.01)

G O 2 F 1/15 5 O 2

請求項の数 33 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2003-517667 (P2003-517667)	(73) 特許権者	599087017
(86) (22) 出願日	平成14年7月1日(2002.7.1)		ビーピージー インダストリーズ オハイオ, インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2004-537755 (P2004-537755A)		アメリカ合衆国 オハイオ 44111, クリーブランド, ウェスト 143アールディー ストリート 3800
(43) 公表日	平成16年12月16日(2004.12.16)	(74) 代理人	100078282
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/020744		弁理士 山本 秀策
(87) 国際公開番号	W02003/012541	(74) 代理人	100062409
(87) 国際公開日	平成15年2月13日(2003.2.13)		弁理士 安村 高明
審査請求日	平成16年1月21日(2004.1.21)	(74) 代理人	100113413
(31) 優先権主張番号	09/919, 151		弁理士 森下 夏樹
(32) 優先日	平成13年7月31日(2001.7.31)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 切替可能エレクトロクロミック装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

以下を含む、エレクトロクロミック窓アセンブリ：

第一透明基板であって、該第一透明基板は、その表面に第一導電性被覆を含む；

第二透明基板であって、該第二透明基板は、その表面に第二導電性被覆を含み、該第一透明基板および該第二透明基板は、互いに間隔を開けて配置されて、それらの間でチャンバを規定する；

エレクトロクロミック媒体であって、該エレクトロクロミック媒体は、該チャンバに含まれ、該エレクトロクロミック媒体は、該エレクトロクロミック媒体を通して電位を加えると変わる視感透過率を有する；

複数の第一間隔設備であって、該複数の第一間隔設備は、該第一導電性被覆と接触し、そして該第一導電性被覆に電流を送達できる；

複数の第二間隔設備であって、該複数の第二間隔設備は、該第二導電性被覆と接触し、そして該第二導電性被覆に電流を送達して、該エレクトロクロミック媒体を通る該電位を確立できる；

複数の第一接続部材であって、該複数の第一接続部材の各々は、該複数の第一間隔設備の対応する少なくとも1つに個別にかつ分かれて接続されて、該複数の第一間隔設備の対応する少なくとも1つに電流を送達する；および

複数の第二接続部材であって、該複数の第二接続部材の各々は、該複数の第二間隔設備の対応する少なくとも1つに個別にかつ分かれて接続されて、該複数の第二間隔設備の対

応する少なくとも1つに電流を送達する、窓アセンブリ。

【請求項2】

前記複数の第一間隔設備および前記複数の第二間隔設備が、バスバーである、請求項1に記載の窓アセンブリ。

【請求項3】

前記複数の第一間隔設備の少なくとも1個および前記複数の第二間隔設備の少なくとも1個が、前記窓アセンブリの周に位置付けられる、請求項1に記載の窓アセンブリ。

【請求項4】

前記複数の第一間隔設備および前記複数の第二間隔設備が、前記周に配列される、請求項3に記載の窓アセンブリ。 10

【請求項5】

前記複数の第一間隔設備が、前記周において、前記複数の第二間隔設備の間で配列されている、請求項4に記載の窓アセンブリ。

【請求項6】

前記第一透明基板および前記第二透明基板が、非対称形状を有する、請求項1に記載の窓アセンブリ。

【請求項7】

前記複数の第一間隔設備が、それらの対向末端で、前記第一導電性被覆と接触し、そして前記複数の第二間隔設備が、それらの対向末端で、前記第二導電性被覆と接触し、該第一導電性被覆の該対向末端および該第二導電性被覆の該対向末端が、互いから間隔を開けて配置されている、請求項1に記載の窓アセンブリ。 20

【請求項8】

前記第一導電性被覆の前記対向末端の少なくとも1つが、前記窓アセンブリの前記周に少なくとも近接している、請求項7に記載の窓アセンブリ。

【請求項9】

前記第一導電性被覆の前記対向末端および前記第二導電性被覆の前記対向末端が、前記窓アセンブリの前記周に少なくとも近接している、請求項8に記載の窓アセンブリ。

【請求項10】

前記複数の第一間隔設備の各々が、同じ大きさであり、そして前記複数の第二間隔設備の各々が、同じ大きさである、請求項1に記載の窓アセンブリ。 30

【請求項11】

前記複数の第一間隔設備の少なくとも1個が、前記複数の第一間隔設備の他のものとは異なる長さである、請求項1に記載の窓アセンブリ。

【請求項12】

前記複数の第一間隔設備および前記複数の第二間隔設備の各々が、少なくとも1.27cmの長さである、請求項1に記載の窓アセンブリ。

【請求項13】

前記複数の第一間隔設備が、少なくとも1.27cmの間隔を開けて配置され、そして前記複数の第二間隔設備が、少なくとも1.27cmの間隔を開けて配置されている、請求項1に記載の窓アセンブリ。 40

【請求項14】

前記複数の第一間隔設備の各々が、前記周に、前記複数の第二間隔設備の各々から、少なくとも1.27cmの距離で間隔を開けて配置されている、請求項11に記載の窓アセンブリ。

【請求項15】

さらに、抵抗器を含み、該抵抗器が、前記複数の第一間隔設備の少なくとも1つに送達される前記電流を調節するように、位置付けられる、請求項1に記載の窓アセンブリ。

【請求項16】

さらに、制御装置を含み、該制御装置が、前記複数の第一間隔設備の選択したものおよび 50

前記複数の第二間隔設備の選択したものへの前記電流の送達を制御でき、前記エレクトロクロミック媒体の第一部分を通る前記視感透過率が該エレクトロクロミック媒体の前記第二部分を通る該視感透過率とは異なるようにされる、請求項 1 に記載の窓アセンブリ。

【請求項 17】

前記制御装置が、前記複数の第一間隔設備の他の選択したものおよび前記複数の第二間隔設備の他の選択したもので、前記電流を短絡できる、請求項 16 に記載の窓アセンブリ。

【請求項 18】

前記エレクトロクロミック媒体が、少なくとも 1 種のアノード性エレクトロクロミック化合物および少なくとも 1 種のカソード性エレクトロクロミック化合物を含有し、ここで、該エレクトロクロミック媒体に電位を加えると、該アノード性エレクトロクロミック化合物の酸化と該カソード性エレクトロクロミック化合物の還元とが同時に起こり、それにより、該視感透過率を低下させる、請求項 1 に記載の窓アセンブリ。

10

【請求項 19】

前記エレクトロクロミック媒体が、自己消去性である、請求項 1 に記載の窓アセンブリ。

【請求項 20】

前記第一および第二透明基板が、ガラス、重合体材料およびそれらの組合せから選択される、請求項 1 に記載の窓アセンブリ。

【請求項 21】

前記エレクトロクロミック窓アセンブリが、自動車のフロントガラス、自動車の横窓、自動車のサンルーフ、建築用グレイジングおよび航空機窓から選択される、請求項 1 に記載の窓アセンブリ。

20

【請求項 22】

前記第一および前記第二導電性被覆が、1 / 平方 ~ 10 / 平方の範囲のシート抵抗を有する、請求項 1 に記載の窓アセンブリ。

【請求項 23】

前記第一および前記第二導電性被覆が、5,000 ~ 50,000 の範囲の厚さを有する、請求項 1 に記載の窓アセンブリ。

【請求項 24】

前記電流が、0.5 ボルト ~ 1.0 ボルトの範囲で、前記第一および前記第二導電性被覆に流される、請求項 1 に記載の窓アセンブリ。

30

【請求項 25】

前記アセンブリの少なくとも一部の前記視感透過率が、1 ~ 20 % の範囲の最小 L T A から 60 ~ 80 % の範囲の最大 L T A まで変わる、請求項 1 に記載の窓アセンブリ。

【請求項 26】

エレクトロクロミック窓アセンブリの一部を優先的に着色する方法であって、該方法は、以下の工程：

エレクトロクロミック窓アセンブリを提供する工程であって、該エレクトロクロミック窓アセンブリは、第一および第二間隔透明基板を含み、該第一および第二間隔透明基板は、それらの間でチャンバを規定し、該第一透明基板は、第一導電性被覆を有し、そして該第二透明基板は、第二導電性被覆を有し、該チャンバは、そこに電位を加えると着色して視感透過率を低下させ得るエレクトロクロミック媒体を含有する；

40

該第一導電性被覆に該電位を与えるために、該第一導電性被覆に複数の第一間隔設備を電気接続する工程；

該第二導電性被覆に該電位を与えるために、該第二導電性被覆に複数の第二間隔設備を電気接続する工程；

該複数の第一間隔設備の選択したものおよび該複数の第二間隔設備の選択したものに電流を流して、該エレクトロクロミック媒体の選択部分を通して該電位を確立し、該選択部分が色を変えその視感透過率を低下させるようにする工程を包含する、方法。

【請求項 27】

50

前記第一導電性被覆の対向末端を、前記アセンブリの周に少なくとも近接して配置する工程および前記第二導電性被覆の対向末端を、該アセンブリの該周に少なくとも近接して配置する工程、該第一導電性被覆の該対向末端に沿って前記複数の第一間隔設備を該第一導電性被覆に電気接続する工程、および該第二導電性被覆の該対向末端に沿って前記複数の第二間隔設備を該第二導電性被覆に電気接続する工程を包含する、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 28】

前記第一導電性被覆の前記対向末端を、前記アセンブリの前記周に沿って、前記第二導電性被覆の前記対向末端から間隔を開けて配置する工程を包含する、請求項 27 に記載の方法。

10

【請求項 29】

さらに、前記複数の第一間隔設備の他の選択したものおよび前記複数の第二間隔設備の他の選択したもので、前記電流を短絡する工程を包含する、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 30】

さらに、前記複数の第一間隔設備の前記選択したものおよび前記複数の第二間隔設備の前記選択したものに流される前記電流を変えて、前記エレクトロクロミック媒体の前記選択部分に対する視感透過率の低下度を変える工程を包含する、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 31】

前記エレクトロクロミック窓アセンブリが、自動車のフロントガラスであり、そして前記エレクトロクロミック媒体の前記部分が、遮光バンドである、請求項 30 に記載の方法。

20

【請求項 32】

前記第一導電性被覆を前記アセンブリの周に少なくとも近接して配置する工程および前記第二導電性被覆を該アセンブリの該周に少なくとも近接して配置する工程、該周全体の周りで前記複数の第一間隔設備を該第一導電性被覆に電気接続する工程、ならびに該周全体の周りで前記複数の第二間隔設備を該第二導電性被覆に電気接続する工程を包含する、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 33】

前記周に前記複数の第一間隔設備を少なくとも 1 . 27 c m の間隔を開けて配置する工程、該周に前記複数の第二間隔設備を少なくとも 1 . 27 c m の間隔を開けて配置する工程、および該周において該複数の第一間隔設備を該複数の第二間隔設備から少なくとも 1 . 27 c m の間隔を開けて配置する工程を包含する、請求項 32 に記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、切替可能エレクトロクロミック装置に関し、これらは、その全構造全体にわたって均一に切り替えることができ、また、選択領域に対して優先的に切り替えることができる。さらに特定すると、本発明は、切替可能エレクトロクロミック装置（特に、大規模透明窓または不均一形状透明窓）に関し、これらは、起動状態から停止状態へと均一に切り替えることができ、また、起動領域および停止領域の両方を同時に含み得る。

【背景技術】

40

【0002】

市販のエレクトロクロミック装置は、自動車のミラーとして使用することが当該技術分野で周知である。特許文献には、また、自動車の窓、航空機の窓アセンブリ、サンルーフ、天窗および建築用の窓に平坦型のエレクトロクロミック装置を使用することが論述されている。このようなエレクトロクロミック装置は、典型的には、密封チャンバを含み、これは、2枚のガラスにより規定され、これらのガラスは、エレクトロクロミック媒体を含む間隙または空間により、分離されている。このエレクトロクロミック媒体は、典型的には、溶液中にて、アノード性化合物およびカソード性化合物を共に含有する。それらのガラス基板は、典型的には、透明導電層を含み、これらは、そのガラスの対向面で被覆されており、このエレクトロクロミック媒体に接触している。両方のガラス基板上の導電層は

50

、電気回路に接続される。これらの導電層が電気エネルギーを加えられるとき、加えた電位は、その装置のチャンバに導入され、これは、このエレクトロクロミック媒体に電気エネルギーを加えて、その媒体の色を変える。例えば、このエレクトロクロミック媒体は、エネルギーが加えられると、暗くなり得、光を吸収し始める。自動車用のエレクトロクロミックバックミラーアセンブリには、このミラーで反射された光の変化を検出するために、また、電位を起動してそのミラーを薄暗くするために、光電セルを組み込むことができる。

【0003】

エレクトロクロミック装置の他の提案された用途では、そのエレクトロクロミック装置のサイズが大きくなるにつれて、種々の問題が一般的となっている。例えば、バックミラーアセンブリは、小型エレクトロクロミックアセンブリを含み、これは、典型的には、約2インチ×10インチ(5.08cm~25.4cm)の大きさである。このようなエレクトロクロミック装置では、アノード性バスバーは、典型的には、そのミラーアセンブリの上部にあり、また、カソード性バスバーは、典型的には、このミラーアセンブリの下部に配列される。

【0004】

他方、自動車の窓、建築用の窓、および一部の航空機の窓は、規模がずっと大きい。結果として、エレクトロクロミックバックミラーアセンブリでの明るい状態と暗い状態との間の切替は、典型的には、迅速かつ一様であるのに対して、大規模エレクトロクロミック装置での明るい状態と暗い状態との間の切替は、遅くかつ不均一であり得る。徐々に起こる不均一な着色または切替は、大規模エレクトロクロミック窓アセンブリに付随した一般的な問題であり、これは、通例、「虹彩効果」と呼ばれている。この効果は、典型的には、これらの基板の表面に存在している透明導電性被覆の表面を横切る電位の低下が原因であり、その結果、加えた電位は、その表面被覆の縁部に沿って、このバスバーに隣接して、最も高くなり、また、その電流がエレクトロクロミック溶液を通るとき、そのセルの中心で、最も低くなる。従って、このエレクトロクロミック媒体は、典型的には、これらのバスバーが位置しているセルの周辺(すなわち、加えた電位がエレクトロクロミック媒体と接触する地点に最も近い地点)を最初に着色することにより、その後、このセルの中心に向かって着色することにより、不均一な着色を示す。伝統的には、シート抵抗が高い導電性フィルムが使用される。しかしながら、このような高いシート抵抗を切り替えるには、高い電圧および長時間を要する。さらに、通常のエレクトロクロミック装置では、その全アセンブリは、電位を加えると、陰になる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この虹彩効果をなくすために、エレクトロクロミック装置にさらに均一な着色を与える種々の試みがなされている。例えば、種々のエレクトロクロミック化学溶液は、化学的に変質されて、均一な着色を高める。

【0006】

さらに均一な切替および着色ができ容易に製造できかつ必要に応じて優先的な遮光領域を含むことができるエレクトロクロミック装置が、必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、以下を含むエレクトロクロミック窓アセンブリを提供する：第一透明基板であって、該第一透明基板は、その表面に第一導電性被覆を含む；第二透明基板であって、該第二透明基板は、その表面に第二導電性被覆を含み、該第一透明基板および該第二透明基板は、互いに間隔を開けて配置されて、それらの間でチャンバを規定する；エレクトロクロミック媒体であって、該エレクトロクロミック媒体は、該チャンバに含まれ、該エレクトロクロミック媒体は、該エレクトロクロミック媒体を通して電位を加えると変わる視感透過率を有する；複数の第一間隔設備であって、該第一間隔設備は、該第一導電性被覆

10

20

30

40

50

と接触し、そして該第一導電性被覆に電流を送達できる；および複数の第二間隔設備であって、該第二間隔設備は、該第二導電性被覆と接触し、そして該第二導電性被覆に電流を送達して、該エレクトロクロミック媒体を通る該電位を確立できる。本発明の非限定的な1実施形態では、前記複数の第一間隔設備および前記複数の第二間隔設備は、前記窓アセンブリの周辺に配列されたバスバーである。他の非限定的な実施形態では、前記窓アセンブリは、さらに、制御装置を含み、該制御装置は、前記複数の第一間隔設備の選択したものおよび前記複数の第二間隔設備の選択したものへの電流の送達を制御でき、前記エレクトロクロミック媒体の第一部分を通る前記視感透過率が該エレクトロクロミック媒体の前記第二部分を通る該視感透過率とは異なるようにされる。

【0008】

本発明はまた、エレクトロクロミック窓アセンブリに均一な色を与える方法を提供し、該方法は、以下の工程を包含する：エレクトロクロミック窓アセンブリを提供する工程であって、該エレクトロクロミック窓アセンブリは、第一および第二間隔透明基板を含み、該第一および第二間隔透明基板は、それらの間でチャンバを規定し、該第一透明基板は、第一導電性被覆を有し、そして該第二透明基板は、第二導電性被覆を有し、該チャンバは、そこに電流を加えると着色して視感透過率を低下させるエレクトロクロミック媒体を含有する；および該第一導電性被覆の対向末端および該第二導電性被覆の対向末端に電流を流して、該エレクトロクロミック媒体を通る該電位を確立する工程であって、該第一導電性被覆および該第二導電性被覆の該対向末端は、互いから間隔を開けて配置され、ここで、該エレクトロクロミック媒体の該着色は、均一である。

【0009】

本発明は、さらに、エレクトロクロミック窓アセンブリの一部を優先的に着色する方法を提供し、該方法は、以下の工程を包含する：エレクトロクロミック窓アセンブリを提供する工程であって、該エレクトロクロミック窓アセンブリは、第一および第二間隔透明基板を含み、該第一および第二間隔透明基板は、それらの間でチャンバを規定し、該第一透明基板は、第一導電性被覆を有し、そして該第二透明基板は、第二導電性被覆を有し、該チャンバは、そこに電流を加えると着色して視感透過率を低下させるエレクトロクロミック媒体を含有する；該第一導電性被覆に該電位を与えるために、該第一導電性被覆に複数の第一間隔設備を電気接続する工程；該第二導電性被覆に該電位を与えるために、該第二導電性被覆に複数の第二間隔設備を電気接続する工程；該複数の第一間隔設備の選択したものおよび該複数の第二間隔設備の選択したものに電流を流して、該エレクトロクロミック媒体の選択部分を通して電位を確立し、該選択部分が色を変えその視感透過率を低下させるようにする工程。

【0010】

以下の要約は、本発明の実施形態の以下の詳細な説明と共に、添付の図面と共に読むと、よく理解できる。

【0011】

本発明は、切替および着色が均一な単一コンパートメントエレクトロクロミック窓アセンブリに関し、これらは、段階的な遮光（すなわち、勾配遮光）または優先的着色領域にできる。本発明の非限定的な1実施形態では、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、第一透明基板（これは、第一導電性被覆を備える）および第二透明基板（これは、第二導電性被覆を備える）を含む。第一および第二透明基板は、互いから間隔を開けて配置され、それらの間でチャンバを規定し、第一および第二導電性被覆は、互いに面している。エレクトロクロミック媒体は、その媒体を通して電位を加えると低い光透過率にできるが、このチャンバ内に含まれている。さらに、複数の第一間隔設備は、そこに電流を供給するために、第一導電性被覆と接触して（例えば、第一基板の対向末端に沿って）設けられ、また、複数の第二間隔設備は、そこに電流を供給するために、第二導電性被覆と接触して（例えば、第二基板の対向末端に沿って）設けられている。DC電源からの電流が第一および第二の複数の設備に流されるとき、これらの設備の配列のために、そのエレクトロクロミック媒体が急速かつ均一に所望の色に着色するように、そのエレクトロクロミック

10

20

30

40

50

媒体を通して、これらの被覆間で印加される。さらに、この電流は、これらの第一および第二の複数の設備の選択したものに流され、そして第一および第二の複数の設備の他の選択したものに短絡されて、そのアセンブリの選択部分で、遮光領域を含む窓アセンブリを生じる。

【0012】

本明細書の目的のために、特に明記しない限り、本明細書および請求の範囲で使用する量（例えば、寸法、電圧、視感透過率、性能測定値など）を表わす全ての数値は、いずれの場合でも、「約」との用語により修飾されることが理解できるはずである。従って、特に明記しない限り、以下の明細書および手イプの請求の範囲で述べた数値パラメータは、概算値であり、これは、本発明により得られる所望の数値に依存して、変えることができる。最低に見積もっても、請求の範囲に対しての均等論の適用を制限しようとしな

10

【0013】

本発明の広範な範囲を示す数値範囲およびパラメータは、概算値であるにもかかわらず、特定の実施例で示した数値は、できるだけ正確に報告される。しかしながら、全ての数値は、本質的に、それらの各試験測定値で見られる標準偏差から必然的に生じる一定の誤差を含む。

【0014】

以下の説明では、同じ要素には、同じ参照番号を付ける。図1～3を参照して、エレクトロクロミック窓アセンブリ10が描写されている。必要ではないものの、本発明の非限定的な1実施形態では、ほぼ対称の形状を有する。例えば、エレクトロクロミック窓アセンブリ10は、正方形または長方形の窓アセンブリであり得る。このような対称形の窓アセンブリは、建築用のグレイジング（例えば、ビル用の窓）として、特に有用である。エレクトロクロミック窓アセンブリ10の大きさおよび形状は、そのアセンブリの特定の所望用途に従って、選択できる。

20

【0015】

エレクトロクロミック窓アセンブリ10は、第一透明基板20および第二透明基板30を含む。このような基板は、エレクトロクロミック装置で使用する当該技術分野で公知の任意の材料（例えば、重合体材料、ガラス、金属など、およびこのような材料の組合せがあるが、これらに限定されない）から作製できる。本発明の非限定的な1実施形態では、基板20および30の一方または両方は、ガラス（例えば、フロートガラス）から作製される。さらに、第一基板20および第二基板30は、両方とも透明である。さらに、必要ではないものの、基板20および30の一方または両方が、着色または濃淡付けされる。本発明の非限定的な1実施形態では、航空機窓アセンブリ10に組み込んだ透明基板および被覆の各々は、少なくとも70%の視感透過率を有する。本明細書中で使用する「光透過率」および「視感透過率」との用語は、透過する可視光の全量の尺度を意味する。本明細書で提供される視感透過率データは、CIE標準発光体Aについて測定され、LTAとして示される。

30

【0016】

第一基板20および第二基板30は、互いに関して実質的に平行に面した関係で、間隔を開けて配置され、それらの間でチャンバ41を規定する。このような関係は、間隔要素45により、達成できる。間隔要素45は、第一基板20と第二基板30との間で所望の間隔を維持できる任意の様式で、位置付けることができる。本発明の非限定的な1実施形態では、間隔要素45は、当該技術分野で公知のように、密封様式で、第一基板20および第二基板30の外縁に隣接したエレクトロクロミック窓アセンブリ10の周辺に伸長している。必要ではないものの、間隔要素45は、第一基板20および第二基板30の外縁から僅かに内向きに、位置付けることができる。このような位置付けは、第一および第二基板の僅かに突き出しを与え、これは、電氣的接触を改良するために、下記のように、第一および第二基板29および39の一部を露出できる。間隔要素45は、任意の導電性材

40

50

料から作成できる。本発明の非限定的な1実施形態では、要素45は、重合体材料（例えば、硬化可能有機重合体材料）であり、これらは、熱可塑性材料、熱硬化性材料、UV硬化樹脂材料、およびそれらの組合せであるが、それらに限定されない。エポキシ系有機密封材料は、密封要素45として、有用である。

【0017】

第一基板20の周辺は、対向末端20aおよび20c（これらは、互いに対向している）ならびに、対向末端20bおよび20d（これらは、互いに対向している）を規定する。同様に、第二基板30は、対向末端30aおよび30cならびに、対向末端30bおよび30dを含む。

【0018】

第一基板20および第二基板30は、それぞれ、これらの基板の向かい合った主要面21および31で、それぞれ、第一導電性被覆29および第二導電性被覆39の形状で、透明導電性材料の層を備え付けている。第一および第二導電性被覆29および39は、可視光に対して実質的に透明な任意の材料であり得、これらの基板の表面によく結合し、このエレクトロクロミック装置および大気中にて、任意の材料による腐食に耐性であり、また、良好な導電性を有する。必要ではないものの、被覆29および39は、典型的には、1個またはそれ以上の金属または金属酸化物被覆を含み、これには、例えば、銀、金、酸化スズ、酸化インジウムスズ（ITO）、フッ素ドーパ酸化スズ（FTO）、アンチモンドーパ酸化スズ、ITO/金属/ITO（IMI）、およびそれらの組合せならびに、当該技術分野で公知の任意の他の材料があるが、これらに限定されない。導電性被覆53は、いくつかの周知の方法（熱分解、化学蒸着およびマグネトロンスパッタリングを含めて）のいずれかにより、塗布できる。第一および第二導電性被覆29および39は、同一または異なる材料から作成できる。本発明を限定せずに、本発明で有用な被覆には、導電性フッ素ドーパ酸化スズ被覆ガラス（これは、「NESA（登録商標）の商標でPittsburgh, PennsylvaniaのPPG Industries, Inc.から入手できる）および導電性酸化インジウムスズ被覆ガラス（これは、「NESATRON（登録商標）の商標でPittsburgh, PennsylvaniaのPPG Industries, Inc.から入手できる）が挙げられる。

【0019】

本発明の非限定的な1実施形態では、第一および第二導電性被覆29および39は、1〜10 / 平方の範囲、例えば、2〜5 / 平方の範囲のシート抵抗を有する。さらに、第一および第二導電性被覆29および39の厚さは、互いに対して同一または異なり得、その被覆厚さは、均一であり得る（すなわち、全体にわたって、ほぼ同じ厚さ）か、不均一であり得る（すなわち、この被覆厚さは、変動する）。本発明の非限定的な1実施形態では、これらの被覆は、同じほぼ均一な厚さを有し、これは、5,000〜50,000、例えば、13,000〜26,000の範囲である。

【0020】

エレクトロクロミック媒体40は、第一基板20と第二基板30との間で形成されたチャンバ41内に含まれる。エレクトロクロミック媒体40は、当該技術分野で公知の任意の種類の材料であり得、任意の公知形状であり得る（例えば、エレクトロクロミック液体、溶液、ゲル、半固形材料、重合体材料などであるが、これらに限定されない）。エレクトロクロミック媒体40は、色を規定する少なくとも1種のエレクトロクロミック化合物または染料を含有する。このような材料は、大きい電位を加えるにつれて、着色し、引き続いて、さらに暗い色になるか遮光することが、当該技術分野で周知である。その電位が遮断されるか逆にされるとき、その着色は、除去または漂白され、エレクトロクロミック媒体40を通して光が完全に透過できるようになる。

【0021】

本発明の非限定的な1実施形態では、エレクトロクロミック媒体40は、液相型エレクトロクロミック媒体であり、ここで、イオン導電性電解質の溶液中に含有された物質は、電気化学的に還元または酸化したとき、その電解質中に残る（ゲルを含めて）。他の非限

10

20

30

40

50

定的な実施形態では、エレクトロクロミック媒体40は、表面局限エレクトロクロミック媒体であり、ここで、導電性の電極に直接結合した物質またはその近傍に局限された物質は、電気化学的に還元または酸化したとき、結合または閉じ込められたままである。さらに他の非限定的な実施形態では、エレクトロクロミック媒体40は、電着型エレクトロクロミック媒体であり、ここで、イオン導電性電解質の溶液中に含有された物質は、電気化学的に還元または酸化したとき、導電性の電極上で、層を形成する。

【0022】

必要ではないものの、1実施形態では、エレクトロクロミック媒体40は、少なくとも1種のアノード性エレクトロクロミック化合物および少なくとも1種のカソード性エレクトロクロミック化合物を含有し、このアノード性化合物は、酸化可能物質に相当し、また、このカソード性化合物は、還元可能物質に相当する。このエレクトロクロミック媒体に電位を加えると、このアノード性エレクトロクロミック化合物は、酸化し、そしてカソード性エレクトロクロミック化合物は、同時に、還元する。このような同時の酸化および還元の結果、可視スペクトルにおいて、少なくとも1波長、吸収率が変わる。エレクトロクロミック媒体40中でのこのようなアノード性およびカソード性エレクトロクロミック化合物の組合せは、電位を加えると、それに関連した色を規定する。このようなカソード性エレクトロクロミック化合物は、一般的に、ピオロゲン染料と呼ばれ、また、このようなカソード性エレクトロクロミック化合物は、一般的に、フェナジン染料と呼ばれる。

【0023】

エレクトロクロミック媒体40はまた、他の物質を含有し、これらには、例えば、溶媒、光吸収剤、光安定化剤、熱安定化剤、酸化防止剤、増粘剤、粘度調節剤および類似の物質が挙げられるが、これらに限定されない。

【0024】

必要ではないものの、本発明の非限定的な1実施形態では、被覆29および/または39の少なくとも1縁部は、それぞれ、基板20および/または30の縁部に少なくとも近接して、すなわち、アセンブリ10の周縁部11に（例えば、周縁部11の2インチまたは1インチまたは0.5インチ（5.08cm、または2.54cmまたは1.27cm））以内で、伸長している。図1～3で示した本発明の特定の非限定的な1実施形態では、被覆29および39の全ての縁部は、アセンブリ20の周縁部11に少なくとも近接しており、非限定的な1実施形態では、被覆29および39の全ての縁部は、それらの対応する基板の縁部に伸長しており、それゆえ、アセンブリ10の周縁部11に伸長している。複数の第一間隔設備は、第一導電性被覆29と接触し、また、複数の第二間隔設備は、第二導電性被覆39と接触する。本発明の非限定的な1実施形態では、複数の第一間隔設備は、複数のバスバー60を含み、また、複数の第二間隔設備は、複数のバスバー80を含む。本発明を限定することなく、特定の1実施形態では、バスバー60は、アノード性バスバーであるのに対して、バスバー80は、カソード性バスバーである。このようなバスバー60および80は、DC電源（図1～3では図示せず）と、それぞれ、第一および第二導電性被覆29および39との間で、電気接続を与える。このような電気接続は、任意の公知の様式で、確立できる。例えば、図3で示すように、アノード性バスバー60の各々は、ハンダ接合部64により、アノード性導電性ワイヤ65に接続できるのに対して、カソード性バスバー80の各々は、ハンダ接合部84により、カソード性導電性ワイヤ85に接続できる。このようにして、アノード性バスバー60には、正電流が流され、また、カソード性バスバー80には、負電流が流され、このエレクトロクロミックセル内にて、それらの間で電位が生じる。さらに、間隔アセンブリ45、ワイヤ65および85および/または接合部64および84を保護するために、エレクトロクロミック窓アセンブリ10の周縁部11には、外部カバーまたは断熱材（図示せず）を設けることができる。

【0025】

図1～3で示した本発明の特定の実施形態では、被覆29の縁部は、アセンブリ10の周縁部11に伸長し、そしてアノード性バスバー60（これらは、第一導電性被覆29と接触している）は、第一基板20の対向末端20aおよび20cに沿って、設けられる。

このようにして、電源からの電流は、第一基板 20 の対向末端 20 a および 20 c に沿って、第一導電性被覆 29 の対向縁部に供給される。同様に、被覆 39 の縁部は、アセンブリ 10 の周縁部 11 に伸長し、そしてカソード性バスバー 80 (これらは、第二導電性被覆 39 と接触している) は、第二基板 30 の対向末端 30 b および 30 d に沿って、設けられる。このようにして、電源からの電流は、第二基板 30 の対向末端 30 b および 30 d に沿って、第二導電性被覆 39 の対向縁部に供給される。さらに、この電流が流される第一および第二被覆 29 および 39 の対向末端は、互いから間隔を開けて配置されている。何らかの特定の理論で束縛するともりはないが、これらの被覆の対向末端に電流を流すことにより、そして第一被覆の末端 (これらは、正電流でエネルギーが加えられている) を第二被覆の末端 (これらは、負電流でエネルギーが加えられている) から間隔を開けて配置することにより、そのエレクトロクロミックセルの全体にわたる電位の均一な適用が得られ、その結果、そのエレクトロクロミック媒体の均一な着色が生じ、虹彩効果が少なくなると考えられている。本明細書中で使用する「均一な着色」との用語は、電位を加えることで色が変わるエレクトロクロミック媒体の部分が、全て、ほぼ同じ様式で (例えば、ほぼ同時におよび / またはほぼ同じ速度で) 変わることを意味する。

【0026】

本発明の他の非限定的な実施形態では、バスバー 60 は、対向縁部 20 a および 20 c に沿って配列されているならびに、対向縁部 20 b および 20 d に沿っても配列されており、また、バスバー 80 は、対向縁部 30 b および 30 d に沿って配列されているだけでなく、対向縁部 30 a および 30 c に沿っても配列されている。このようにして、アノード性バスバー 60 は、第一基板 20 全体の周辺で設けられ、また、カソード性バスバー 80 は、第二基板 30 全体の周辺で設けられ、すなわち、バスバー 60 および 80 は、アセンブリ 10 の全周縁部 11 に位置付けられる。図 1 ~ 3 で示した特定の非限定的な 1 実施形態では、バスバー 60 およびバスバー 80 は、交互様式で配列され、すなわち、各バスバー 60 は、窓アセンブリ 10 の周縁部 11 で、各バスバー 80 間に配列される。このような配列により、電位は、エレクトロクロミック窓アセンブリ 10 全体にわたって、均一に適用される。必要ではないものの、本発明の非限定的な 1 実施形態では、各アノード性バスバー 60 は、少なくとも 0.5 インチ (1.27 cm) の距離で、窓アセンブリ 10 の周縁部 11 に沿って、カソード性バスバー 80 から間隔を開けて配置されている。このような間隔を開けることにより、これらのバスバー間の電流は、短絡せず、そのエレクトロクロミック装置全体にわたって、均一な電位が得られる。それに加えて、このバスバーの構成により、電位を長期にわたって加えても、染料の分離が最小になる。染料の分離とは、典型的には、これらのバスバーに沿って、そのアセンブリのうち電力が最も高い部分に向かって移動して濃縮する染料の傾向である。

【0027】

バスバー 60 および 80 は、バスバーに典型的に使用される当該技術分野で周知の任意の非常に導電性の材料から作製できる。典型的なバスバー材料の非限定的な例には、金属箔 (例えば、銅箔)、金属被覆 (例えば、金被覆) および導電性金属含有セラミック顔料 (例えば、銀セラミック顔料) が挙げられる。

【0028】

バスバー 60 および 80 の大きさおよび形状は、このエレクトロクロミック窓アセンブリの特定の外形に仕立てることができる。本発明の非限定的な 1 実施形態では、バスバー 60 および 80 の各々は、少なくとも 0.5 インチ (1.27 cm) の長さである。

【0029】

指摘したように、エレクトロクロミック媒体 40 は、その媒体に電位を加えたとき、その色を変えることができ、それゆえ、その光透過率を変えることができる。この電位の適用は、選択的であり得、すなわち、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、電位を加えないときの 1 透過率レベルと、電位を加えて染料の色を変えエレクトロクロミック媒体 40 の視感透過率を低くしたときの第二透過率レベルとの間で、切替可能である。この特徴は、この窓アセンブリに電流を選択的に流すスイッチを設けることにより、最も簡単に

達成される。

【0030】

本発明の非限定的な1実施態様では、電気エネルギーを加えた状態と電気エネルギーを加えていない状態との間のエレクトロクロミック媒体の着色は、自己消去性であり、すなわち、電位を加えて電気化学的に起動した状態のときのエレクトロクロミック媒体の着色は、その電位を取り除くと、その初期状態（例えば、無色状態）に自動的に戻るか消去される。この初期状態は、無色状態であり得るか色または色合いを有し得ることが理解できるはずである。

【0031】

さらに他の非限定的な実施態様では、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、切替可能で非自己消去性であり、すなわち、電位を加えると、そのエレクトロクロミック媒体は、着色し、その電位を逆にするか短絡するまで、この着色状態のままとどまる。

10

【0032】

さらに、この染料の色は、電位を加えると、一定の暗さまたは陰影であり得るか、またはそのエレクトロクロミック媒体を通して確立された電位の規模に依存して、暗さまたは陰影の程度が変わり得る。例えば、本発明を限定することなく、特定の着色またはその着色の陰影は、一定の電圧または出力密度にわたって、変わり得る。このエレクトロクロミック媒体に低い出力密度を加えると、その染料は、着色し始め得る。その電圧を高めると、この染料の色は、さらに濃い陰影または強度まで暗くなり得る。このようにして、この窓アセンブリは、その電位を変えると、光透過率の程度を変えることを含み得る。この窓アセンブリは、従って、そこに加える電位の量に基づいて、所望レベルの暗さまたは陰影に調節できる。これは、例えば、後にさらに詳細に述べるように、電源と窓アセンブリとの間で、スイッチまたはある種の他の制御を組み込むことにより、簡単に達成できる。必要ではないものの、本発明の非限定的な1実施態様では、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、1～20%の範囲の最小LTAと60～80%の範囲の最大LTAとの間で切替可能である。そういうものとして、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、望ましいとき、窓用の不透明遮光部として、効果的に機能できる。

20

【0033】

図4および5では、非限定的な代替実施態様が示されている。この特定の実施態様では、エレクトロクロミック窓アセンブリ110は、略卵形窓の形状であり、これは、例えば、航空機の客室窓として、使用できる。必要ではないものの、本発明のこの特定の実施態様では、上記実施態様と同様に、この卵形窓は、対称形状を有する。類似の様式にて、エレクトロクロミック窓アセンブリ110は、間隔を開けて配置した第一基板120および第二基板130だけでなく、第一導電性被覆129、第二導電性被覆139およびそれらの間のエレクトロクロミック媒体140を含む。被覆129および139は、それぞれ、基板120および130の対向面に塗布され、そしてエレクトロクロミック媒体140は、これらの被覆の間に位置付けられる。基板120および130は、スペーサ145により分離される。

30

【0034】

バスバー160aは、第一基板120の第一末端120aに沿って、第一導電性被覆129の縁部に接続され、また、バスバー160cは、第一基板120の対向第二末端120cに沿って、第一導電性被覆129の対向縁部に接続される。さらに、バスバー180bは、第二基板130の第一末端130bに沿って、第二導電性被覆139の縁部に接続され、そして、バスバー180dは、第二基板130の対向第二末端130dに沿って、第二導電性被覆139の対向縁部に接続されている。必要ではないものの、本発明の非限定的な1実施態様では、バスバー160aおよび160cは、アノードバスバーであるのに対して、バスバー180bおよび180dは、カソードバスバーである。バスバー160aおよび160cを通して被覆129の対向末端に電流を流し、そして、バスバー180bおよび180dを通して被覆139の対向末端に電流を流し、そして被覆139のエネルギーを加えた対向末端から間隔を開けて被覆129のエネルギーを加えた対向末端を

40

50

配置すると、被覆 139 は、エレクトロクロミック媒体 140 を通る電位を発生し、均一な様式で、エレクトロクロミック媒体 140 の色を変える。

【0035】

図 4 および 5 で描写した実施態様では、バスバー 160 および 180 の大きさおよび形状は、図 1 のバス配列と比べて、長さが長い。必要ではないものの、本発明の非限定的な 1 実施態様では、バスバー 160 および 180 の各々は、長さが等しく、また、バスバー 160 および 180 は、アセンブリ 110 の周縁部で、少なくとも 0.5 インチ (1.27 cm) の間隔を開けて配置されている。

【0036】

図 6 および 7 は、略対称長方形の非限定的なエレクトロクロミック窓アセンブリ 210 を示す。このようなアセンブリは、例えば、自動車のフロントガラス、後部窓またはサンルーフ、または建築用のグレイジングとして、有用であり得る。先の実施態様と類似の様式にて、エレクトロクロミック窓アセンブリ 210 は、間隔を開けて配置した第一基板 220 および第二基板 230 だけでなく、第一導電性被覆 229、第二導電性被覆 239 およびエレクトロクロミック媒体 240 を含む。基板 220 および 230 の対向面には、それぞれ、被覆 229 および 239 が塗布され、これらの被覆の間には、エレクトロクロミック媒体 240 が位置付けられる。基板 220 および 230 は、スペーサ 245 により分離される。

【0037】

アセンブリ 210 は、さらに、バスバー 260 および 280 を含む。必要ではないものの、本発明のこの特定の実施態様では、バスバー 260 は、アノードバスバーであり、そしてバスバー 280 は、カソードバスバーである。アノードバスバー 260 a および 260 b は、第一基板 220 の第一末端 220 a に沿って、第一導電性被覆 229 の第一縁部に接続され、そして、バスバー 260 c および 260 d は、第二基板 230 の対向第二末端 220 c に沿って、第一導電性被覆 229 の対向末端に接続される。さらに、カソードバスバー 280 a は、アノードバスバー 260 a および 260 b 間で間隔を開けた位置で、第二基板 230 の第一末端 230 a に沿って、第二導電性被覆 239 の第一縁部に接続され、そして、カソードバスバー 280 b は、アノードバスバー 260 c および 260 d 間で間隔を開けた位置で、第二基板 230 の対向第二末端 230 c に沿って、第二導電性被覆 239 の第二対向末端に接続される。さらに、バスバー 280 c および 280 d は、第二基板 230 の第三末端 230 b で、第二導電性被覆 239 の第三縁部に接続され、そして、バスバー 280 e および 280 f は、第二基板 230 の対向第四末端 230 d で、第二導電性被覆 239 の対向第四縁部に接続される。バスバー 260 a、260 b、260 c および 260 d を通って被覆 229 の対向末端に電流を流すと、バスバー 280 a、280 b、280 c、280 d、280 e および 280 f を通って、被覆 239 の周辺で、エレクトロクロミック媒体 240 を通る電位が発生し、均一な様式で、エレクトロクロミック媒体 240 の色を変える。

【0038】

必要ではないものの、図 6 および 7 で示した本発明の特定の非限定的な実施態様では、バスバー 260 および 280 は、長さが等しく、また、バスバー 260 および 280 は、少なくとも 0.5 インチ (1.27 cm) 離れて、アセンブリ 210 の周縁部で、間隔を開けて配置されている。

【0039】

本発明のさらに別の非限定的な実施態様は、図 8 および 9 に示され、ここで、エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 は、非対称形状を含む。このような非対称なエレクトロクロミック窓アセンブリは、任意の用途に提供できるのに対して、図示した特定の非限定的な実施態様は、自動車の横窓 (これは、通例、サイドライトと呼ばれている) の形状である。エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 は、第一部分 301 および第二部分 302 を含む。自動車のサイドライトとして使用する際に、第一部分 301 は、その窓アセンブリのうち、自動車のドアパネルの上にある部分に相当し、窓を閉じているときに見える

10

20

30

40

50

のに対して、第二部分 302 は、その窓アセンブリのうち、常に（窓を閉じたときを含めて）ドアパネルの下にとどまる部分に相当し、従って、見えない。エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 は、先に述べた実施態様と同様に、間隔を開けて配置された第一基板 320 および第二基板 330 だけでなく、第一導電性被覆 329、第二導電性被覆 339 およびエレクトロクロミック媒体 340 を含む。被覆 329 および 339 は、それぞれ、基板 320 および 330 の対向面に塗布され、これらの被覆の間には、エレクトロクロミック媒体 340 が位置付けられている。基板 320 および 330 は、スペーサ 345 により分離されている。

【0040】

エレクトロクロミックアセンブリ 310 は、バスバー 360 a（これは、第一基板 320 の第一末端 320 a に沿って、第一導電性被覆 329 の縁部に接続されている）およびバスバー 360 b（これは、対向第二末端 320 c の近くの第一基板 320 の下部に沿って、第一導電性被覆 329 に接続されている）を含む。バスバー 360 b は、基板 320 の縁部 320 c に沿って位置付けることができるものの、図 8 および 9 で示した本発明の特定の実施態様では、バスバー 360 b は、後にさらに詳細に述べる理由のために、縁部 320 c に沿って位置付けられない。エレクトロクロミックアセンブリ 310 は、さらに、バスバー 380 a および 380 b（これらは、第二基板 330 の第一末端 330 b に沿って、第二導電性被覆 339 の第一縁部に接続されている）およびバスバー 380 c、380 d および 380 e（これらは、第二基板 330 の対向第二末端 330 d に沿って、第二導電性被覆 339 の対向第二縁部に接続されている）を含む。必要ではないものの、非限定的な 1 実施態様では、バスバー 360 a および 360 b は、アノードバスバーであるのに対して、バスバー 380 a、380 b、380 c、380 d および 380 e は、カソードバスバーである。バスバー 360 a、360 b、380 a、380 b、380 c、380 d および 380 e を通って被覆 329 および 339 に電流を流すと、エレクトロクロミック媒体 340 を通って、電位が発生し、エレクトロクロミック媒体 340 は、均一な様式で、色を変える。

【0041】

述べたように、エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 は、非対称形状を含む。特に、それぞれ、基板 320 および 330 の第一末端 320 b および 330 b で形成された窓アセンブリ 310 の側面は、第二末端 320 d および 330 d で形成された窓アセンブリ 310 の対向側面より、長さが短い。そういうものとして、この特定の非限定的な実施態様では、このバスバー配列は、このような非対称形状を補償するために、調節される。例えば、そのカソードバスバー配列に関して、2 個のバスバー 380 a および 380 b は、末端 330 b に沿って、第二導電性被覆 339 と接触して、設けられるのに対して、3 個のバスバー 380 c、380 d および 380 e は、対向末端 330 d に沿って、第二導電性被覆 339 と接触して、設けられる。さらに、これらのバスバーの長さは、適当な取付および形状だけでなく適当なレベルの電流を供給するように、調節できる。異なる数および異なる長さのバスバーを備えたこのような配列は、エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 が非対称形状であることから、そのエレクトロクロミック（electrochemical）セルを横切る電流について、補償する。

【0042】

それに加えて、これらのバスバーに流された電流は、その非対称形状を補償するために、調節できる。例えば、本発明を限定することなく、これらのバスバーに流れる電流の量を少なくするために、バスバー 380 a および 380 b への電流の流れには、抵抗器（図示せず）を組み込むことができる。そういうものとして、補償は、この非対称アセンブリに加えた電位に対して、行われる。代案として、後にさらに詳細に述べるように、各バスバーに送達された電流を制御するために、制御装置が使用できる。

【0043】

図 8 および 9 を引き続いて参照すると、窓アセンブリ 310 の上縁（これは、第一末端 320 a および 330 a により、形成される）は、均一であり、僅かに曲がっているにす

10

20

30

40

50

ぎないのに対して、窓アセンブリ 310 の対向縁部（これは、第二末端 320 c および 330 c により、形成される）は、全く不均一であり、曲線部分および直線部分を有し、その結果、異なる部分で対向縁部間の距離が変わる非対称形状窓アセンブリが得られる。そういうものとして、この窓アセンブリのこの部分でのバスバーの配列は、困難である。このような非対称形状を補償するために、図 8 および 9 で示した本発明の特定の実施態様では、第一導電性被覆 329 と電気接触して、単一バスバー 360 b が設けられる。このような内部バスバー 360 b は、例えば、基板 320 に沿って、導電性接着剤を使って、第一導電性被覆 329 にバスバー 360 b を接着剤で接着することにより、設けることができる。バスバー 360 b の上には、絶縁体として作用するように、非導電層（図示せず）（例えば、接着テープがあるが、これに限定されない）が設置でき、バスバー 360 b が第二導電性被覆 339 と電気接触するのを防止する。このような接着テープは、さらに、スペーサとして作用でき、第一基板 320 と第二基板 330 との間で、適当な間隔を維持する。内部バスバー 360 B は、他のバスバーについて先に述べた材料と同じ材料から作製できる。

10

【0044】

結果として、本発明の非限定的な 1 実施態様では、このエレクトロクロミックアセンブリは、そのアセンブリの縁部から間隔を開けて配置されかつアセンブリ内に位置している少なくとも 1 個のバスバーを含む。

【0045】

必要ではないものの、図 8 および 9 で示す本発明の特定の実施態様では、内部バスバー 360 b の一部 361 b は、図 8 および 9 で示すように、例えば、縁部 320 c に対して垂直に、窓 310 の縁部に向かって伸長して、バスバー 360 b を電源に電気接続するための導電性ワイヤとの外部接触が得られる。この内部バスバー配置は、窓アセンブリ 300 の一部 302 内に含まれるので、部分 302 が自動車のドアパネル内で維持されているとき、それらの部品のいずれも見えない。代案として、バスバー 360 b の少なくとも一部は、アセンブリ 300 のセクション 301 内に位置付けることができる。

20

【0046】

図 8 ~ 9 で示す自動車用サイドライトに関して、代替実施態様では、そのバスバー接点は、この窓アセンブリの外側上部および側縁部に設けることができ、別の接点は、電源との接触を確立するために、その自動車のフレーム内に設けられることが注目される。この配置は、自動車窓用の適当なアセンブリを提供し、これは、このような配置において、これらの接点を隠す外部カバーが存在しないので、この自動車窓は、ドアのフレーム内に覆われない。このような配置は、その窓を閉じると電源と接触可能となるので、また、この窓を開けると、窓を遮光する必要がないので、この窓アセンブリを暗くすることに対して、有害ではない。

30

【0047】

このエレクトロクロミック窓アセンブリに流す電流の量は、使用する特定のアセンブリおよび特定のエレクトロクロミック媒体に基づいて、選択できる。本発明の非限定的な 1 実施態様では、流す電流の量は、0.4 ボルト ~ 1.2 ボルトの範囲、例えば、0.5 ボルト ~ 1.0 ボルトの範囲である。

40

【0048】

このエレクトロクロミック窓アセンブリの使用は、今ここで、本発明の代表的なものとして、図 8 ~ 9 を特に参照して、記述する。上記エレクトロクロミック窓アセンブリは、そこに電位を加えないとき、ほぼ透明のアセンブリである。そういうものとして、エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 は、明るくした状態であり、完全な光透過率が可能である。この窓アセンブリを暗くするのが望ましいとき、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、例えば、ユーザーが起動可能なスイッチにより、起動される。このスイッチを起動すると、その電源は、任意の便利な様式で（例えば、そこに装着されたワイヤリード線を通して）、第一および第二導電性被覆 329 および 339 へと、バスバー 360 および 380 に電流が供給される。このような電流により、このエレクトロクロミック媒体に

50

電位が加わり、これは、順に、少なくとも１種のアノードエレクトロクロミック化合物が酸化され、そして、少なくとも１種のカソードエレクトロクロミック (electrochemical) 化合物が還元される。この反応により、このエレクトロクロミック媒体の色が変わり、そのエレクトロクロミック媒体が光を吸収して暗くなり始める。被覆 329 と 339 との間の電位は、上で述べたように、このバスバー配列を通して加えられるので、このエレクトロクロミック媒体の着色は、虹彩効果も漸次の色変化なく、このエレクトロクロミック窓アセンブリ全体にわたって、急速かつ均一である。

【 0 0 4 9 】

アセンブリ 310 を停止すると、バスバー 360 および 380 への出力の供給が中断する。そういうものとして、エレクトロクロミック媒体 340 に加えられた電位は、取り除かれる、このような停止は、上で述べたアセンブリ 310 を起動する同じスイッチ配列を使用して、行うことができる。以前に述べたように、自己消去性エレクトロクロミック媒体の場合、窓アセンブリ 310 は、その初期状態に戻る。非自己消去性エレクトロクロミック媒体の場合、その色は、この媒体を通る電位が逆になるまで、残る。

【 0 0 5 0 】

本発明のさらに他の実施態様では、このエレクトロクロミック窓アセンブリの一部だけが着色でき、部分遮光窓を確立する。このような部分遮光は、選択した数のアノードバスバーおよびカソードバスバーに電流を選択的に流すことにより達成でき、それにより、このエレクトロクロミック窓アセンブリの一部だけを通る電位が作り出される。例えば、このような窓アセンブリ 310 が自動車のサイドライトの形状であるとき、例えば、サイドミラーをより見やすくするために、そのサイドライトの中間部および下部を明るい状態で維持して、そこを通る光の透過率を高いレベルに維持しつつ、このサイドライトの暗くしたまたは遮光した上部領域を作り出して、そこを通して透過する日光のレベルを少なくすることが望まれ得る。図 8 および 9 で示した本発明の特定の実施態様では、このような優先的な領域遮光は、例えば、後にさらに詳細に述べるように、アノードバスバー 360 a ならびにカソードバスバー 380 a および 380 c だけに電流を通すことにより、達成できる。このように選択的に電流を流すことにより、エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 の選択部分のみで、この特定の実施態様では、アセンブリ 310 の上部に沿って、電位が確立される。そういうものとして、これらの領域間にある、電流を流したエレクトロクロミック媒体の一部だけが色が変わり、結果として、部分遮光アセンブリが得られ、すなわち、(これらのバスバーに選択的に出力を加えることで)、これらの被覆のエネルギーを加えた部分間にあるエレクトロクロミック媒体の一部を通る視感透過率は、それらの被覆のエネルギーを加えた部分の間にはないエレクトロクロミック媒体の部分と比較して、変わる。

【 0 0 5 1 】

このようにして選択数の設備に電流を長期間加えると、そのエレクトロクロミック媒体の「浸出」が起こり得、ここで、このエレクトロクロミック窓アセンブリのうち、電流が流されない領域にあるエレクトロクロミック媒体は、徐々に、暗い状態に着色し始めることが注目される。これは、その電流が導電層の一部にだけ流されたとしても、この導電層全体を通して流れる電流が原因であると考えられ、それゆえ、その電位が加えられるエレクトロクロミック媒体の流域が拡大する。浸出の量は、この導電性被覆のシート比抵抗に基づいている。例えば、シート抵抗がより高い導電性被覆を組み込むと、この浸出効果がある程度低くなる。しかしながら、シート抵抗が高いなら、その装置の色を切り替えるのに、より多くの出力を消費し、この装置を完全に着色し切り替えるには、より長い時間がかかる。

【 0 0 5 2 】

特に、シート抵抗が低い導電性被覆を使って、この浸出効果を避けるために、遮光領域を作り出すために電流を加えるようには選択されていない設備にて、この電流を接地または短絡することが可能である。例えば、上で述べたように、図 8 および 9 では、この部分遮光窓アセンブリは、アノードバスバー 360 a とカソードバスバー 380 a および 38

10

20

30

40

50

0 c とに電流を選択的に流すことにより、達成できる。残りのバスバー（すなわち、アノードバスバー 360 b およびカソードバスバー 380 b、380 d および 380 e）にて、この電流を接地または短絡することにより、エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 の下部領域には、電位が加わらない。それゆえ、エレクトロクロミック媒体 340 の色は、アセンブリ 310 の下部では、一般に、明るい状態で維持され、電位を加えたことが原因で着色した上部からの色の浸出効果が維持される。

【0053】

さらに、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、その表面を横切る勾配遮光を含むことができ、その結果、そのエレクトロクロミック窓アセンブリは、明るい状態から、順次暗くなった遮光領域を経て、暗くなった状態まで、徐々に変化する。これは、そのエレクトロクロミック媒体を暗くする程度を変えるために、異なる設備に対して加える電圧を変えることにより、優先的遮光領域に関して上で記述した様式と類似の様式で、達成できる。例えば、図 8 および 9 をさらに参照すると、本発明の非限定的な 1 実施態様にて、徐々に変化する遮光効果を達成するために、バスバー 360 a、380 a および 380 c には、0.7 ボルトの電圧を加えることができ、そして、バスバー 380 b および 380 d には、それより低い 0.4 ボルトの電圧を加えることができる。必要ではないものの、その電流は、さらに、バスバー 360 b および 380 e で接地または短絡できる。そういうものとして、エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 は、その上部における暗い状態から、その中間部での僅かに暗い状態を経て、その下部での明るい状態へと、徐々に遮光できる。

【0054】

本発明の他の非限定的な実施態様では、そのエレクトロクロミック窓アセンブリを横切って勾配を付けた遮光を達成することが可能であり、その結果、このエレクトロクロミック窓アセンブリの一部は、完全に着色されるのに対して、そのエレクトロクロミック窓アセンブリの別の部分は、部分的に着色されるにすぎない。例えば、本発明を限定することなく、バスバー 360 a、380 a および 380 c には、0.7 ボルトの電圧を加えることができるのに対して、バスバー 360 b、380 b、380 d および 380 e には、0.4 ボルトの電圧が加えられる。そういうものとして、エレクトロクロミック窓アセンブリ 310 は、その上部での完全に遮光した状態から、その下部での僅かに遮光した状態を経た徐々に変化する遮光を含む。

【0055】

このエレクトロクロミック窓アセンブリのこのような優先的な遮光および / または徐々に変化する勾配遮光は、自動車のサイドライトに関して、図 8 および 9 の形状を特に参照して述べられていることが注目され、このような遮光または勾配遮光は、任意のエレクトロクロミック窓アセンブリを使って達成できると考えられ、これには、上述の特定のアセンブリがあるが、これに限定されない。例えば、非限定的な特定の 1 実施態様では、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、自動車のフロントガラスであり、そのアセンブリのうち、選択的に着色される部分は、フロントガラスの上縁部であり、これは、典型的には、その遮光バンドに相当する。図 6 および 7 を参照すると、これは、例えば、バスバー 260 c、260 d、280 b、280 d および 280 f を短絡させつつ、バスバー 260 a、260 b、280 a、280 c および 280 e に電流を流すことにより、達成できる。これにより、エレクトロクロミック窓アセンブリ 200 の上部は、暗くなり、その下部は、明るい状態のままとどまる。

【0056】

さらに他の実施態様では、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、自動車のサンルーフであり得、そのアセンブリの一面が選択的に着色される。図 6 および 7 を参照すると、これは、例えば、バスバー 260 b、260 d、280 a、280 b、280 e および 280 f を短絡しつつ、バスバー 260 a、260 c、280 c および 280 d に電流を流すことにより達成でき、エレクトロクロミック窓アセンブリ 200 の一方の側面部は、暗くなり、他の側面部は、明るい状態のままとどまる。

【 0 0 5 7 】

図 1 で示し上で詳細に述べたように、窓アセンブリ 1 0 の周縁部 1 1 に位置付けられた複数のアノードバスバーおよびカソードバスバーのために、この実施態様はまた、アセンブリ 1 0 の 1 個またはそれ以上の選択した部分を暗くするかおよび / またはアセンブリ 1 0 の 1 個またはそれ以上の選択した部分で勾配遮光を生じる様式で、操作できることが分かる。

【 0 0 5 8 】

本明細書中で開示した種類のエレクトロクロミック窓アセンブリが暗くなるパターンを制御するために、これらの導電性被覆の出力分布を制御するのに、制御装置が使用できる。例えば、図 1 0 を参照して、制御装置 3 9 0 は、D C 電源 3 9 1 により、アセンブリ 3 1 0 内の各バスバーに供給された電力を制御するのに、使用できる。さらに特定すると、制御装置 3 9 0 は、特定のバスバーにエネルギーが加えられるか（すなわち、そのバスバーに電流が送達されるか）、エネルギーが加えられていないか、または短絡されるかを制御できる。それに加えて、制御装置 3 9 0 は、特定のバスバーにどの程度の電流を送達するかを制御できる。これらの被覆にどこでどの程度の電流を供給すべきかを制御することにより、制御装置 3 9 0 は、このエレクトロクロミック媒体の選択部分だけを通る電位を確立でき、その結果、その選択部分を通る視感透過率は、その他の部分を通る視感透過率とは異なる。結果として、制御装置 3 9 0 は、このアセンブリの視感透過率に所望の変化（例えば、そのアセンブリの選択部分を暗くすること、または以前に述べたように、勾配遮光を提供することがあるが、これらの限定されない）を生じるために、使用できる。制御装置 3 9 0 はまた、必要に応じて、そのアセンブリの非対照的な特徴（例えば、形状、バスバーの長さ、被覆厚など）を考慮して、その電流を制御できる。

【 0 0 5 9 】

本発明の特徴および利点は、以下の実施例によって、さらに記述され理解され、これらは、本発明の範囲を限定するとは解釈されない。

【 実施例 】

【 0 0 6 0 】

自動車の横窓またはサイドライトの形状のエレクトロクロミック窓アセンブリ 4 1 0 を、以下のようにして、作成した。図 1 1 の形状を有する第一ガラス基板 4 2 0（全体的な大きさは、幅 2 3 インチ（5 8 . 4 2 c m）および長さ 2 1 インチ（5 3 . 3 4 c m）であり、約 8 0 ミル（2 . 0 3 m m）の厚さを有する）を提供した。この第一基板 4 2 0 の一面に、マグネティックスパッタ蒸着（M S V D）技術（これは、導電層を設ける分野で周知である）を使用して、I T O の被覆 4 2 9 を被覆した。導電性被覆 4 2 9 の抵抗は、2 / 平方であり、その導電性被覆を、2 5 , 0 0 0 の厚さまで被覆した。第一ガラス基板 4 2 0 と類似した第二ガラス基板 4 3 0 に、類似の様式で、導電性被覆 4 3 9 を設けたが、導電性被覆 4 3 9 は、第一ガラス基板 4 2 0 の被覆面に面する第二基板 4 3 0 の表面に塗布した。

【 0 0 6 1 】

第一導電性被覆 4 2 9 の対向縁部に、アノード性バスバーを設けた。さらに特定すると、3 ミル厚の銅箔ストリップ（これらは、導電性接着剤により、第一導電性被覆 4 2 9 に固定した）を使用して、第一基板 4 2 0 の上縁を横切って、第一対のアノード性バスバー 4 6 0 a および 4 6 0 b を設けた。アセンブリ 4 1 0 内に、各ストリップの一部を積層し、各ストリップの残りを、第一基板 4 2 0 の縁部の周りに巻き付けた。バスバー 4 6 0 a および 4 6 0 b の長さは、それぞれ、1 0 . 5 インチおよび 1 0 . 2 5 インチ（2 6 . 6 7 c m および 2 6 . 0 4 c m）であり、0 . 5 インチ（1 . 2 7 c m）だけ分離されていた。第三アノード性バスバー 4 6 0 c は、3 ミル厚の銅の別のストリップにより設けたが、これは、第一導電性被覆 4 2 9 に、直接、第一基板 4 2 0 の下部を横切って接着し、銅の別のストリップ 4 6 1 c もまた、バスバー 4 6 0 c と垂直にそれと接触して、第一導電性被覆に直接接着し、これは、窓アセンブリ 4 1 0 の縁部に伸長している。バスバー 4 6 0 c およびストリップ 4 6 1 c の上には、絶縁体として、接着テープを設けた。バスバー

460cの長さは、20.5インチ(52.07cm)であった。

【0062】

第二導電性被覆439と接触して、第二基板430の対向縁部には、4個のカソード性バスバーを設けた。さらに特定すると、第二導電性被覆439の第一縁部と接触して、2個の別々の銅ストリップ(これらは、互いから0.5インチ(1.27cm)の間隔を開けて配置されている)の形状で、第二基板430の1側縁部を横切って、カソード性バスバー480aおよび480bを設け、また、第二導電性被覆439の対向縁部と接触して、2個の別々の追加銅ストリップ(これらは、互いから0.5インチ(1.27cm)の間隔を開けて配置されている)の形状で、第二基板430の対向1側縁部を横切って、カソード性バスバー480cおよび480dを設けた。これらのバスバーの各々は、3ミルの銅箔から作製し、そして導電性接着剤により、各個の導電性被覆に固定した。各ストリップの一部を、アセンブリ410内に積層し、各ストリップの残りを、第二基板430の縁部の周りに巻き付けた。バスバー480a、480b、480cおよび480dは、それぞれ、長さ4.25インチ、7.25インチ、4.25インチおよび11.75インチ(10.80cm、18.42cm、10.80cmおよび29.85cm)であった。

【0063】

2枚のガラス基板420および430を、約24ミル(0.61mm)の間隔を開けて配置し、導電性被覆429および439を、互いに向かい合わせた。これらの2枚の基板間で、このアセンブリの周辺には、スペーサとして作用するために、重合体樹脂を塗布した。これらの2枚の基板間に、そこに電位を加えると着色し得るエレクトロクロミック媒体440(これは、ピオロゲン染料およびフェナジン染料を含有する)を注入した。非荷電状態(すなわち、電流を流さない)で、エレクトロクロミック窓アセンブリ410を通る視感透過率(LTA)は、約54%であった。

【0064】

これらのアノード性およびカソード性バスバーを、ワイヤリード線を通して、DC電源に接続した。以下で示すように、異なるセットのバスバーに対して、種々のレベルの電流を流した。バスバー480aおよび480bに沿ったアセンブリ410の縁部は、そのアセンブリの対向縁部よりも短いので、バスバー480aおよび480bの線に沿って、0.5抵抗器を挿入して、その電流を変え、ほぼ均一な出力密度を得た。

【0065】

【表1】

実施例	ボルト	アンペア	アノード性バスバー			カソード性バスバー				% LTA 上部	% LTA 下部
			460a	460b	460c	480a	480b	480c	480d		
1	0.70	0.092	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	<1	2
2	0.70	0.065	(+)	(+)	オフ	(-)	オフ	(-)	オフ	<1	6-7
3	0.70	0.154	(+)	(+)	短絡	(-)	短絡	(-)	短絡	14	54
4	0.80	0.187	(+)	(+)	短絡	(-)	短絡	(-)	短絡	3	54

実施例1では、これらのアノード性およびカソード性バスバーの全てに(従って、エレクトロクロミック窓アセンブリ410全体に)、そのアセンブリ全体にわたって電位を均等に送達して、0.70ボルトで、電流を流した。5分後、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、0.092アンペアで、定常状態に達し、ここで、その酸化/還元反応の全ては、このエレクトロクロミック媒体内にて、そのアノード性染料とカソード性染料との間で、起こった。表Iで分かるように、このエレクトロクロミック窓アセンブリ全体は、優れた着色に達し、その窓アセンブリの上部は、<1%のLTAを有し、このアセンブリの下部は、約2%のLTAを有していた。それゆえ、この窓アセンブリの着色または暗化は、迅速かつ均一であった。

【0066】

実施例 2 では、窓アセンブリ 4 1 0 の上部に配列したアノード性およびカソード性バスバー（具体的には、アノード性バスバー 4 6 0 a および 4 6 0 b、およびカソード性バスバー 4 8 0 a および 4 8 0 c）にのみ、0.70 ボルトで、電流を流した。5 分後、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、0.065 アンペアで、定常状態に達し、ここで、その酸化 / 還元反応の全ては、このエレクトロクロミック媒体内にて、そのアノード性染料とカソード性染料との間で、起こった。表 I で分かるように、このエレクトロクロミック窓アセンブリの上部は、優れた着色に達し、< 1 % の L T A を有していた。このアセンブリの下部は、約 6 ~ 7 % の L T A を有していた。それゆえ、この窓アセンブリの着色または暗化は、不均一であり、その上部から下部を見ると、勾配があった。

【0067】

10

実施例 3 では、窓アセンブリ 4 1 0 の上部に配列したアノード性およびカソード性バスバー（具体的には、アノード性バスバー 4 6 0 a および 4 6 0 b、およびカソード性バスバー 4 8 0 a および 4 8 0 c）にのみ、0.70 ボルトで、電流を流した。さらに、残りのアノード性およびカソード性バスバー、すなわち、アノード性バスバー 4 6 0 c およびカソード性バスバー 4 8 0 b および 4 8 0 d は、短絡し、すなわち、エネルギーを加えたバスバーから、それらの導電性被覆を通して、これらのバスバーに達する電流は、取り除かれた。5 分後、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、0.154 アンペアで、定常状態に達し、ここで、その酸化 / 還元反応の全ては、このエレクトロクロミック媒体内にて、そのアノード性染料とカソード性染料との間で、起こった。表 I で分かるように、このエレクトロクロミック窓アセンブリの上部は、部分着色に達し、14 % の L T A を有していた。このアセンブリの下部は、約 54 % の L T A を有しており、これは、色変化なしに相当し、そのアセンブリの下部を通る完全な透過に相当していた。それゆえ、この窓アセンブリの上部を横切って、部分遮光バンドに達し、この遮光バンドを通して、少量の光が透過した。

20

【0068】

実施例 4 では、実施例 3 と同様であるが 0.80 ボルトで、窓アセンブリ 4 1 0 の上部に配列したアノード性およびカソード性バスバー（具体的には、アノード性バスバー 4 6 0 a および 4 6 0 b、およびカソード性バスバー 4 8 0 a および 4 8 0 c）にのみ、電流を流した。この場合もやはり、実施例 3 と同様に、残りのアノード性およびカソード性バスバー、すなわち、アノード性バスバー 4 6 0 c およびカソード性バスバー 4 8 0 b および 4 8 0 d は、短絡した。5 分後、このエレクトロクロミック窓アセンブリは、0.187 アンペアで、定常状態に達し、ここで、その酸化 / 還元反応の全ては、このエレクトロクロミック媒体内にて、そのアノード性染料とカソード性染料との間で、起こった。表 I で分かるように、このエレクトロクロミック窓アセンブリの上部は、優れた着色に達し、約 3 % の L T A を有していた。他方、このアセンブリの下部は、約 54 % の L T A を有しており、これは、色変化なしに相当し、そのアセンブリの下部を通る完全な透過に相当していた。それゆえ、この窓アセンブリの上部を横切って、完全な遮光バンドが得られた。

30

【0069】

本発明の実施例としての実施態様を記述した。これらの実施例は、単に、本発明の例示にすぎないことが分かる。本発明の多くの変更および改良は、当業者に明らかであり、上記請求の範囲の範囲内に含まれると解釈される。

40

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図 1】図 1 は、本発明の特徴を組み込んだエレクトロクロミック窓アセンブリの実施態様の透視図であり、明瞭にするために、その一部は、取り除いている。

【図 2】図 2 は、図 1 で示したエレクトロクロミック窓アセンブリの前面図である。

【図 3】図 3 は、図 2 の線 3 - 3 に沿って取り出したエレクトロクロミック窓アセンブリの断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の特徴を組み込んだエレクトロクロミック窓アセンブリの代替実施態様の透視図であり、これは、例えば、航空機の客室窓に使用するために、卵形形状を

50

有する。

【図 5】図 5 は、図 4 で示したエレクトロクロミック窓アセンブリの前面図である。

【図 6】図 6 は、本発明の特徴を組み込んだエレクトロクロミック窓アセンブリの透視図であり、これは、例えば、自動車のフロントガラス、自動車のサンルーフまたは建築用のグレイジングに有用である。

【図 7】図 7 は、図 6 で示したエレクトロクロミック窓アセンブリの前面図である。

【図 8】図 8 は、本発明の特徴を組み込んだエレクトロクロミック窓アセンブリの代替実施態様の透視図であり、これは、非対称形状を有し、例えば、自動車のサイドライトまたは航空機の操縦室の窓として、有用である。

【図 9】図 9 は、図 8 で示したエレクトロクロミック窓アセンブリの前面図である。

10

【図 10】図 10 は、本発明に関連して有用な電気回路の 1 実施態様を図示している。

【図 11】図 11 は、試験に使用した図 8 で示したアセンブリと類似のエレクトロクロミック窓アセンブリの前面図である。

【図 1】

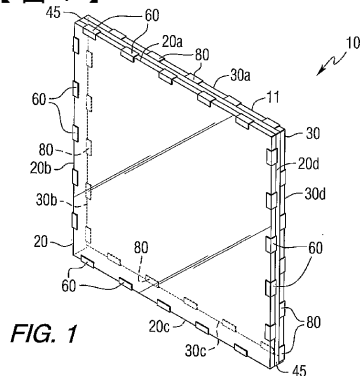


FIG. 1

【図 2】

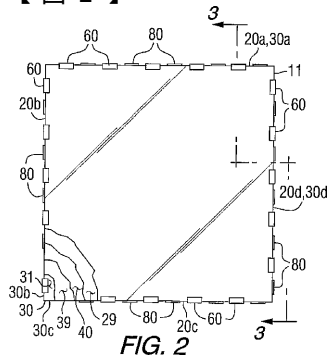


FIG. 2

【図 3】

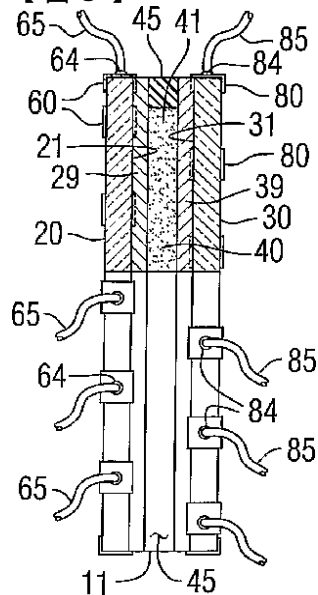
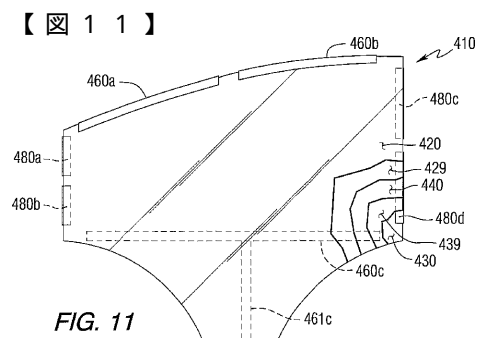
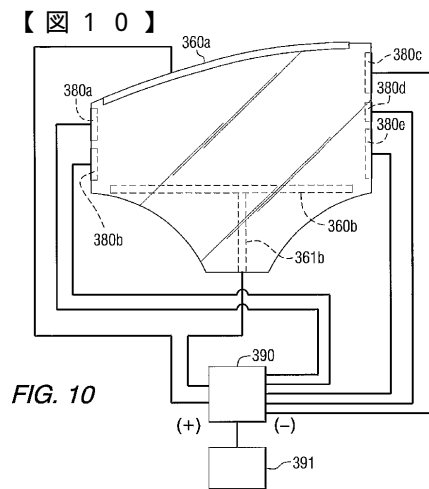
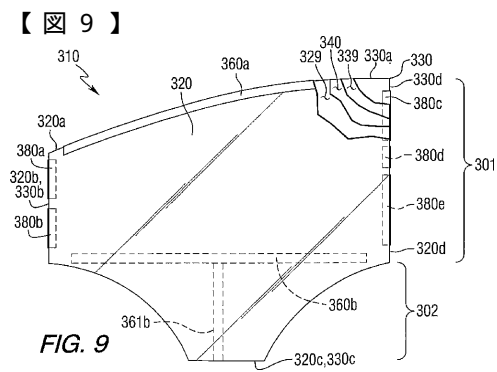
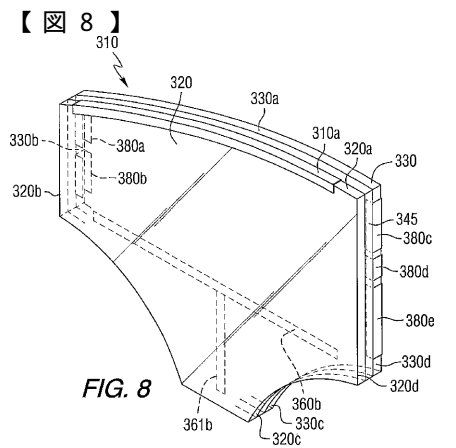
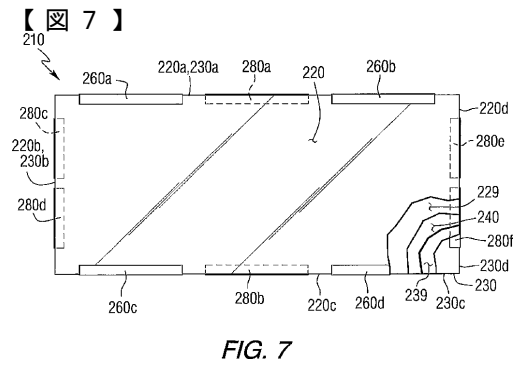
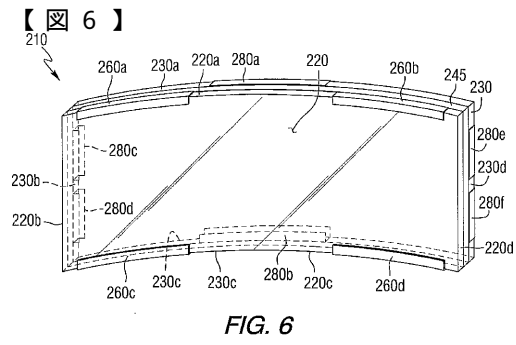
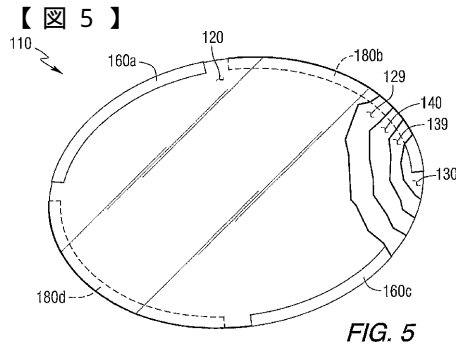
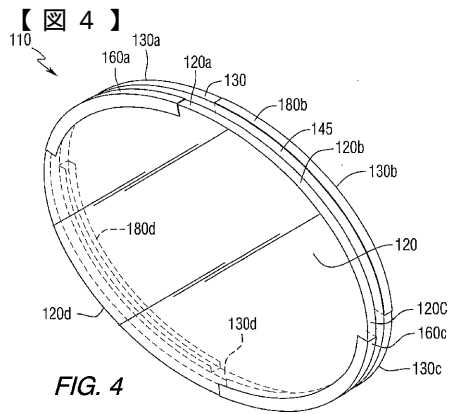


FIG. 3



フロントページの続き

(72)発明者 ルカヴィナ, トーマス ジー .
アメリカ合衆国 ペンシルバニア 15068, ニュー ケンジントン, リッジ ビュー ド
ライブ 125

(72)発明者 リン, チア-チェン
アメリカ合衆国 ペンシルバニア 15101, アリソン パーク, トール オーク ドライ
ブ 3127

審査官 右田 昌士

(56)参考文献 特開平10-159463(JP,A)
特開昭63-080231(JP,A)
特表2002-507781(JP,A)
米国特許第06407847(US,B1)
実開昭57-172402(JP,U)
特表平7-508356(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/15 - 1/163