



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(19)

(10) Nummer:

AT 409 902 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1231/2001
(22) Anmeldetag: 07.08.2001
(42) Beginn der Patentdauer: 15.04.2002
(45) Ausgabetag: 27.12.2002

(51) Int. Cl.⁷: H01L 31/042

H01L 31/0392, G02F 1/133, 1/136,
E06B 3/60, 9/24

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4106019A1 DE 3504886A1 DE 3817946A1
DE 2442998A1 DD 240712A1 US 5670791A

(73) Patentinhaber:
QSEL - QUANTUM SOLAR ENERGY LINZ
FORSCHUNGS- UND
ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT M.B.H.
A-4010 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:
BRABEC CHRISTOPH
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
GLÖTZL ERHARD
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
PADINGER FRANZ
ST. FLORIAN, OBERÖSTERREICH (AT).
SARICIFCI SERDAR
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) LICHTDURCHLÄSSIGER FLACHKÖRPER

AT 409 902 B

(57) Es wird ein lichtdurchlässiger Flachkörper mit zwei transparenten Deckschichten (1, 2), die zwischen sich eine in einem elektrischen Feld ihre Lichtdurchlässigkeit ändernde Aktivschicht (3) zwischen zwei gegebenenfalls in Abschnitte unterteilte Elektrodenschichten (6, 7) einschließen, und mit einem vorzugsweise über eine Steuerstufe (11) an die Elektrodenschichten (6, 7) angeschlossenen photovoltaischen Element (5) beschrieben, das eine photoaktive Schicht (4) zwischen zwei Elektrodenschichten (6, 8) aufweist. Um einfache Konstruktionsverhältnisse sicherzustellen, wird vorgeschlagen, daß die photoaktive Schicht (4) des photovoltaischen Elementes (5) in an sich bekannter Weise aus zwei lichtdurchlässigen molekularen Komponenten besteht, daß eine der beiden Elektrodenschichten (6, 7) der Aktivschicht (3) zugleich eine der Elektrodenschichten (6, 8) des photovoltaischen Elementes (5) ist und daß die beiden transparenten Deckschichten (1, 2) sowohl das photovoltaische Element (5) als auch die Aktivschicht (3) zwischen sich einschließen.

Die Erfindung bezieht sich auf einen lichtdurchlässigen Flachkörper mit zwei transparenten Deckschichten, die zwischen sich eine in einem elektrischen Feld ihre Lichtdurchlässigkeit ändern. Aktivschicht zwischen zwei gegebenenfalls in Abschnitte unterteilte Elektrodenschichten einschließen, und mit einem vorzugsweise über eine Steuerstufe an die Elektrodenschichten angeschlossenen photovoltaischen Element, das eine photoaktive Schicht zwischen zwei Elektroden schichten aufweist.

Lichtdurchlässige Flachkörper, wie sie durch Flüssigkristallanzeigen oder in ihrer Lichtdurchlässigkeit steuerbare Fensterscheiben gebildet werden, weisen eine in einem elektrischen Feld ihre Lichtdurchlässigkeit ändernde Aktivschicht zwischen zwei gegebenenfalls in Abschnitte unterteilte Elektrodenschichten auf, über die das zur Steuerung der Aktivschicht erforderliche elektrische Feld zumindest abschnittsweise aufgebracht wird. Beim Einsatz von Flüssigkristallen bilden die im wesentlichen schichtparallelen Flüssigkristallmoleküle nematische Drehzellen, wobei sich die Flüssigkristallmoleküle beim Anlegen eines elektrischen Feldes in die Feldrichtung drehen und nach dem Abschalten der elektrischen Spannung aus dem feldorientierten Zustand wieder in die verdrillte Struktur zurückkehren. Durch den Einsatz von Polarisationsfiltern auf beiden Deckschichten der Aktivschicht kann der feldorientierte Zustand durch Lichtabsorption sichtbar gemacht werden. Elektrochrome Aktivschichten beruhen hingegen auf dem Zusammenwirken von zwei farblosen oder nur schwach gefärbten, einerseits oxidierbaren und anderseits reduzierbaren Substanzen, von denen die eine unter Einfluß einer elektrischen Spannung reduziert und die andere oxidiert wird, wobei wenigstens eine dieser Substanzen farbig wird. Nach dem Abschalten der Spannung bilden sich die beiden ursprünglichen Redoxsubstanzen wieder zurück, und zwar unter einer Entfärbung bzw. Farbaufhellung. Da zum Aufbau des elektrischen Feldes zur Steuerung der Lichtdurchlässigkeit der Aktivschicht vergleichsweise geringe elektrische Energien unabhängig vom Aufbau der Aktivschicht erforderlich sind, bieten sich für die Energieversorgung photovoltaische Elemente an, zumal aufgrund der Lichtempfindlichkeit photovoltaischer Elemente eine einfache selbständige Steuerung der Lichtdurchlässigkeit der Aktivschicht verwirklicht werden kann. Nachteilig bei den hiefür zum Einsatz kommenden photovoltaischen Elementen ist, daß sie eine ausreichend große Aufnahmefläche für eine Lichtstrahlung aufweisen müssen, um die erforderliche Energieversorgung sicherzustellen. Der hiefür erforderliche Platzbedarf steigt mit sinkendem Wirkungsgrad. Dies gilt insbesondere für photovoltaische Elemente, deren photoaktive Schicht nicht in herkömmlicher Weise auf Silizium, sondern auf konjugierte Kunststoffe aufgebaut ist, bei denen abwechselnd Einfach- und Doppelbindungen aufeinanderfolgen. Dabei ergeben sich hinsichtlich der Elektronenenergie mit Halbleitern vergleichbare Energiebänder, so daß sie durch ein Dotieren vom nichtleitenden in den metallisch leitenden Zustand überführt werden können. Zur Verbesserung des Wirkungsgrades der Energieumwandlung von photovoltaischen Polymerzellen aus einem konjugierten Polymer ist es bekannt (US 5 670 791 A), die photoaktive Schicht aus zwei molekularen Komponenten aufzubauen, nämlich einer konjugierten Polymerkomponente als Elektronendonator und einem Fullerene als Elektronenakzeptor. Durch diese Maßnahme konnte die sonst übliche Ladungsträgerrekombination weitgehend vermieden werden, was zwar zu einer erheblichen Steigerung des Wirkungsgrades führt, der jedoch im Vergleich zu photovoltaischen Elementen auf Silizumbasis noch immer gering ausfällt.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen lichtdurchlässigen Flachkörper der eingangs geschilderten Art über ein photovoltaisches Element mit der für die Steuerung der Aktivschicht erforderlichen Energie zu versorgen, und zwar mit einem vergleichsweise geringen Konstruktionsaufwand, ohne zusätzlichen Platz für die Anordnung des photovoltaischen Elementes vorsehen zu müssen.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß die photoaktive Schicht des photovoltaischen Elementes in an sich bekannter Weise aus zwei lichtdurchlässigen molekularen Komponenten besteht, daß eine der beiden Elektrodenschichten der Aktivschicht zugleich eine der Elektrodenschichten des photovoltaischen Elementes ist und daß die beiden transparenten Deckschichten sowohl das photovoltaische Element als auch die Aktivschicht zwischen sich einschließen.

Da ein photovoltaisches Element mit einer photoaktiven Schicht aus zwei lichtdurchlässigen molekularen Komponenten als Elektronendonator und Elektronenakzeptor zum Einsatz kommt, kann der lichtdurchlässige Flachkörper selbst als Träger für das photovoltaische Element dienen, so daß sich das photovoltaische Element über die gesamte Fläche des lichtdurchlässigen Flach-

körpers erstrecken kann. Damit kann auch bei einem vergleichsweise geringen Wirkungsgrad der Energieumwandlung eine für die Steuerung der Aktivschicht des lichtdurchlässigen Flachkörpers ausreichende elektrische Energie zur Verfügung gestellt werden. Trotz des vergleichsweise großausreichenden photovoltaischen Elementes bleibt der Konstruktionsaufwand gering, weil eine der beiden flächigen photovoltaischen Elementes

5 Elektrodenschichten der Aktivschicht des lichtdurchlässigen Flachkörpers als Elektrode für das photovoltaische Element genutzt wird, dessen photoaktive Schicht somit auf der einen Elektrodenschicht des lichtdurchlässigen Flachkörpers aufgebaut wird. Dies bedeutet, daß nicht nur transparente Deckschichten zwischen der Aktivschicht des lichtdurchlässigen Flachkörpers und der photoaktiven Schicht des photovoltaischen Elementes überflüssig werden, sondern auch der erhebliche

10 Aufwand zum Herstellen einer gesonderten Elektrodenschicht für das photovoltaische Element auf der Seite der Aktivschicht des lichtdurchlässigen Flachkörpers entfallen kann. Sowohl die Aktivschicht des lichtdurchlässigen Flachkörpers als auch die photoaktive Schicht des photovoltaischen Elementes werden zwischen zwei gemeinsamen, transparenten Deckschichten eingeschlossen, was wiederum eine gemeinsame Versiegelung des lichtdurchlässigen Flachkörpers und des photovoltaischen Elementes erlaubt.

15

Da im allgemeinen die Energieversorgung des hinsichtlich seiner Lichtdurchlässigkeit steuerbaren Flachkörpers unabhängig von der jeweils gewählten Lichtdurchlässigkeit sichergestellt sein soll, empfiehlt es sich, das photovoltaische Element auf der einer Lichtquelle zugekehrten Seite der Aktivschicht anzutragen.

20 In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt, und zwar wird ein erfindungsgemäßer lichtdurchlässiger Flachkörper in einem schematischen Querschnitt gezeigt.

Der lichtdurchlässige Flachkörper weist gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel zwei transparente Deckschichten 1, 2 aus Glas oder Kunststoff auf, die zwischen sich einerseits eine Aktivschicht 3 zur Steuerung der Lichtdurchlässigkeit und andererseits eine photoaktive Schicht 4 eines photovoltaischen Elementes 5 einschließen. Die Aktivschicht 3 kann dabei in üblicher Weise als elektrochrome Schicht aufgebaut sein, die zwischen zwei anliegenden Elektrodenschichten 6 und 7 einem elektrischen Feld ausgesetzt werden kann, über das die Lichtdurchlässigkeit der Aktivschicht 3 gesteuert wird. Diese Elektrodenschichten 6 und 7 bestehen vorzugsweise aus einem Indium-Zinn-Oxid (ITO), wobei jedoch im Gegensatz zu herkömmlichen, bezüglich ihrer Lichtdurchlässigkeit steuerbaren Flachkörpern, insbesondere Fensterscheiben, nur eine der beiden Elektrodenschichten 6, 7 auf eine transparente Deckschicht 1 aufgebracht ist. Die der Deckschicht 1 abgekehrte Elektrodenschicht 6 ist nämlich zugleich Elektrodenschicht für das photovoltaische Element 5, dessen andere Elektrodenschicht 8 der Deckschicht 2 zugeordnet ist. Die photoaktive Schicht 4 des photovoltaischen Elementes 5, das mehrschichtig aufgebaut sein kann, besteht aus einem konjugierten Polymer als Elektronendonator und einem Fullerene als Elektronenakzeptor. Während die lochsammelnde Elektrodenschicht 6 aus einem transparenten, leitfähigen Oxid besteht, kann die elektronensammelnde Elektrodenschicht 8 des photovoltaischen Elementes 5 aus Aluminium bestehen, das auf die photoaktive Schicht 4 aufgedampft wird. Aufgrund der geringen Schichtdicke ist auch die metallische Elektrodenschicht 8 lichtdurchlässig.

40 Mit der Anregung des konjugierten Polymers durch eingestrahltes Licht werden Elektronen an das Fullerene der photoaktiven Schicht 4 abgegeben, was zu einem entsprechenden Spannungsaufbau führt. Da die Elektrodenschicht 8 über einen elektrischen Anschluß 9 mit dem elektrischen Anschluß 10 der Elektrodenschicht 7 der Aktivschicht 3 elektrisch verbunden ist, bedingt der Spannungsaufbau in der photoaktiven Schicht 4 aufgrund der gemeinsamen Elektrodenschicht 6 ein elektrisches Feld zwischen den Elektrodenschichten 6 und 7, das die chemische Reaktion der Redoxsubstanzen der Aktivschicht 3 und damit deren Farbverhalten steuert. Zur Beeinflussung dieser Steuerung kann in die elektrische Verbindung der beiden elektrischen Anschlüsse 9 und 10 eine entsprechende Steuerstufe 11 eingeschaltet werden.

45 Wird die Aktivschicht 3 nicht aus elektrochromen Substanzen aufgebaut, sondern auf der Basis von Flüssigkristallen erstellt, so ändert sich zwar die Wirkungsweise der Aktivschicht 3, nicht aber deren Ansteuerung über das photovoltaische Element 5. Die Deckschichten 1 und 2 müssen allerdings mit entsprechenden Polarisationsschichten 12 und 13 versehen werden, wie dies in der Zeichnung strichpunktiert angedeutet ist, um die Ausrichtung der Flüssigkristallmoleküle in Richtung des elektrischen Feldes für die Abschaltung des lichtdurchlässigen Flachkörpers ausnutzen zu können.

Obwohl in der Zeichnung der lichtdurchlässige Flachkörper in Form einer Fensterscheibe dargestellt ist, ist die Erfindung nicht auf diese Ausführungsform beschränkt, sondern kann auch im Zusammenhang mit einer Flüssigkristallanzeige eingesetzt werden. Zu diesem Zweck ist die Elektrodenschicht 7 entsprechend zu unterteilen und die Teile getrennt voneinander anzusteuern, um

5 durch die dadurch bedingte Ansteuerung einzelner Flüssigkristallzellen der in einem Matrixmuster angeordneten Flüssigkristallzellen der Aktivschicht 3 eine Anzeige zu erhalten.

Durch die Kombination einer Aktivschicht 3 zur Steuerung der Lichtdurchlässigkeit mit einem photovoltaischen Element 5 zur Energieversorgung der Steuerung der Aktivschicht 3 in einem gemeinsamen, lichtdurchlässigen Flachkörper werden einfache Konstruktionsverhältnisse geschaffen, die die gemeinsame Nutzung einer Elektrodenschicht 6 zwischen der Aktivschicht 3 und der photoaktiven Schicht 4 sowie der transparenten Deckschichten 1 und 2 für die beiden Schichten 3 und 4 ermöglichen. Außerdem können die beiden Schichten 3 und 4 gemeinsam versiegelt werden, weil ja lediglich der randseitige Spalt zwischen den Deckschichten 1 und 2 über eine Dichtung 14 abgedichtet ist. Der gegenseitige Abstand der Deckschichten 1 und 2 kann über Abstandhalter

10 15 sichergestellt werden, die vorzugsweise die elektrischen Anschlüsse 9 und 10 tragen.

PATENTANSPRÜCHE:

- 20 1. Lichtdurchlässiger Flachkörper mit zwei transparenten Deckschichten, die zwischen sich eine in einem elektrischen Feld ihre Lichtdurchlässigkeit ändernde Aktivschicht zwischen zwei gegebenenfalls in Abschnitte unterteilte Elektrodenschichten einschließen, und mit einem vorzugsweise über eine Steuerstufe an die Elektrodenschichten angeschlossenen photovoltaischen Element, das eine photoaktive Schicht zwischen zwei Elektrodenschichten aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die photoaktive Schicht (4) des photovoltaischen Elementes (5) in an sich bekannter Weise aus zwei lichtdurchlässigen molekularen Komponenten besteht, daß eine der beiden Elektrodenschichten (6, 7) der Aktivschicht (3) zugleich eine der Elektrodenschichten (6, 8) des photovoltaischen Elementes (5) ist und daß die beiden transparenten Deckschichten (1, 2) sowohl das photovoltaische Element (5) als auch die Aktivschicht (3) zwischen sich einschließen.
- 25 2. Lichtdurchlässiger Flachkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das photovoltaische Element (5) auf der einer Lichtquelle zugekehrten Seite der Aktivschicht (3) angeordnet ist.

35

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

40

45

50

55

