



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 409 902 B**

(12)

## PATENTCHRIFT

(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.<sup>7</sup>: **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).  
SARICIFTCI 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 Elektroden-schichten (6, 7) einschließen, und mit einem vorzugsweise über eine Steuerstufe (11) an die Elektroden-schichten (6, 7) angeschlossenen photovoltaischen Element (5) beschrieben, das eine photoaktive Schicht (4) zwischen zwei Elektroden-schichten (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 Elektroden-schichten (6, 7) der Aktivschicht (3) zugleich eine der Elektroden-schichten (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 ändernde Aktivschicht zwischen zwei gegebenenfalls in Abschnitte unterteilte Elektroden-  
 5 schichten aufweisen, und mit einem vorzugsweise über eine Steuerstufe an die Elektroden-  
 geschlossenen 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  
 10 Elektroden-schichten 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  
 15 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 andererseits reduzierbaren Substanzen,  
 von denen die eine unter Einfluß einer elektrischen Spannung reduziert und die andere oxidiert  
 20 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 Licht-  
 durchlässigkeit der Aktivschicht vergleichsweise geringe elektrische Energien unabhängig vom  
 Aufbau der Aktivschicht erforderlich sind, bieten sich für die Energieversorgung photovoltaische  
 25 Elemente an, zumal aufgrund der Lichtempfindlichkeit photovoltaischer Elemente eine einfache  
 selbständige Steuerung der Lichtdurchlässigkeit der Aktivschicht verwirklicht werden kann.  
 Nachteilig bei den hierfür zum Einsatz kommenden photovoltaischen Elementen ist, daß sie eine  
 ausreichend große Aufnahme- fläche für eine Lichtstrahlung aufweisen müssen, um die erforderliche  
 Energieversorgung sicherzustellen. Der hierfür erforderliche Platzbedarf steigt mit sinkendem  
 30 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  
 35 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 Fulleren als Elektronenakzeptor. Durch diese Maßnahme konnte die  
 sonst übliche Ladungsträgerrekombination weitgehend vermieden werden, was zwar zu einer  
 40 erheblichen Steigerung des Wirkungsgrades führt, der jedoch im Vergleich zu photovoltaischen  
 Elementen auf Siliziumbasis 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 Aktiv-  
 schicht erforderlichen Energie zu versorgen, und zwar mit einem vergleichsweise geringen Kon-  
 45 struktionsaufwand, 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 Elektroden-schichten der Aktivschicht zugleich eine der Elektro-  
 50 den-schichten 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,  
 55 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 großflächigen photovoltaischen Elementes bleibt der Konstruktionsaufwand gering, weil eine der beiden  
 5 Elektrodenschichten der Aktivschicht des lichtdurchlässigen Flachkörpers als Elektrode für das photovoltaische Element genützt 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.

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 anzuordnen.

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  
 25 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  
 30 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  
 35 einem konjugierten Polymer als Elektronendonator und einem Fulleren 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 eingestrahktes Licht werden Elektronen an das Fulleren 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  
 45 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.

Wird die Aktivschicht 3 nicht aus elektrochromen Substanzen aufgebaut, sondern auf der Basis  
 50 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 Polarisationssschichten 12 und 13 versehen werden, wie dies in der Zeichnung strichpunktirt angedeutet ist, um die Ausrichtung der Flüssigkristallmoleküle in Richtung des elektrischen Feldes für die Abschattung des lichtdurchlässigen Flachkörpers ausnützen  
 55 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 Elektroden-  
 5 schicht 7 entsprechend zu unterteilen und die Teile getrennt voneinander anzusteuern, um 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 Elektroden-  
 10 schicht 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 abzudichten ist. Der gegenseitige Abstand der Deckschichten 1 und 2 kann über Abstandhalter  
 15 15 sichergestellt werden, die vorzugsweise die elektrischen Anschlüsse 9 und 10 tragen.

# PATENTANSPRÜCHE:

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 Elektroden-  
 20 schichten einschließen, und mit einem vorzugsweise über eine Steuerstufe an die Elektroden-  
 25 schichten angeschlossenen photovoltaischen Element, das eine photoaktive Schicht zwischen zwei Elektroden-  
 schichten 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 Elektroden-  
 30 schichten (6, 7) der Aktivschicht (3) zugleich eine der Elektroden-  
 schichten (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.
2. Lichtdurchlässiger Flachkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das photovoltaische Element (5) auf der einer Lichtquelle zugekehrten Seite der Aktivschicht (3) angeordnet ist.

## HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

