(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 020 470 A1** 2007.11.15

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 020 470.0**
(22) Anmeldetag: **28.04.2006**
(43) Offenlegungstag: **15.11.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***C03C 27/12*** (2006.01)
B32B 17/06 (2006.01)
C03C 17/36 (2006.01)
G02B 1/10 (2006.01)

(71) Anmelder:
Universität Bremen, 28359 Bremen, DE

(74) Vertreter:
von Ahsen, Nachtwey & Kollegen Anwaltskanzlei, 28359 Bremen

(72) Erfinder:
Laun, Uwe, Dr., 70563 Stuttgart, DE; Steinbach, Monica, 28217 Bremen, DE

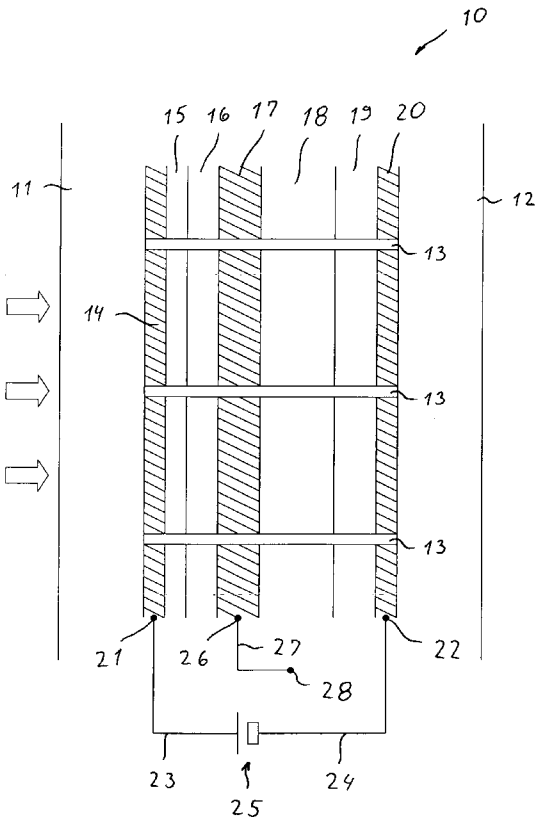
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 199 38 831 A1
DE 103 13 292 A1
DE 699 13 982 T2
EP 03 94 732 B1
Nitz, P., Wagner, A.: BINE Themeninfo I/02: Schaltbare und regelbare Verglasungen, Fachinformationszentrum Karlsruhe 2002;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen zweier in Abstand voneinander angeordneter Schichten und Vorrichtung zur Strahlungsreflektion**

(57) Zusammenfassung: Bei einer Vorrichtung zur Strahlungsreflexion mit einer ersten teilreflektierenden Schicht und mit einer von der ersten teilreflektierenden Schicht beabstandeten zweiten teilreflektierenden Schicht können deren Reflexionseigenschaften bedarfsgerecht eingestellt werden, wenn der Abstand der ersten teilreflektierenden Schicht und der zweiten teilreflektierenden Schicht einstellbar ist. Außerdem lässt sich mit einem Verfahren zum Herstellen zweier im Abstand voneinander angeordneter Schichten, bei dem auf einer ersten flächigen Schicht eine zweite flächige Schicht aufgebracht wird, eine Vorrichtung zur Strahlungsreflexion erzeugen, deren Reflexionseigenschaften bedarfsgerecht angepasst werden können, wenn vor dem Aufbringen der zweiten Schicht eine Trennschicht auf die erste Schicht aufgebracht wird und wenn zum Ablösen der zweiten Schicht von der ersten Schicht die Trennschicht verdampft wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen zweier in Abstand voneinander angeordneter Schichten, bei dem auf einer ersten flächigen Schicht eine zweite flächige Schicht aufgebracht wird. Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Strahlungsreflektion mit einer ersten teilreflektierenden Schicht und mit einer von der ersten teilreflektierenden Schicht beabstandeten zweiten teilreflektierenden Schicht.

[0002] Mittels eines derartigen Verfahrens läßt sich eine derartige Vorrichtung herstellen, mit der die Aufheizung eines mit einer Glasfassade verkleideten Gebäudes im Sommer dadurch verhindern läßt, daß mindestens ein Großteil der Wärme und/oder Lichteinstrahlung von der Glasfassade reflektiert wird. Nachteilig bei den bekannten Verfahren und Vorrichtungen ist jedoch, daß sich immer nur ein mäßiger Kompromiß zwischen einem guten Lichteintrag zu Beleuchtungszwecken in das Gebäude einerseits und andererseits einer unerwünschten Aufheizung mit damit verbundenen hohen Kühlenergiekosten bewerkstelligen läßt. Im Einzelnen wird in der dunklen Jahreszeit oder in den frühen Morgen- und späten Abendstunden ein großer Lichteintrag in das Gebäude durch die Glasfassade hindurch gewünscht, so daß möglichst eine zusätzliche Beleuchtung entbehrlich bleibt. Wird die Glasfassade auf diese Bedingungen optimiert, so heizt sich im Sommer gerade in den Mittagsstunden das Gebäude unter der Glasfassade jedoch unerwünscht auf, so daß hohe Kühlenergiekosten unumgänglich sind.

[0003] Das der Erfindung zugrundeliegende Problem ist es deshalb, ein Verfahren anzugeben, mit dem sich eine Vorrichtung zur Strahlungsreflektion erzeugen läßt, deren Reflektionseigenschaften bedarfsgerecht angepaßt werden können. Ein weiteres Problem der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Strahlungsreflektion anzugeben, deren Reflektionseigenschaften bedarfsgerecht eingestellt werden können.

[0004] Das Problem wird dadurch gelöst, daß bei einem Verfahren der eingangs genannten Art vor dem Aufbringen der zweiten Schicht eine Trennschicht auf die erste Schicht aufgebracht wird, und daß zum Ablösen der zweiten Schicht von der ersten Schicht die Trennschicht verdampft wird. Nach dem zweiten Aspekt der Erfindung wird das Problem dadurch gelöst, daß bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art der Abstand der ersten teilreflektierenden Schicht und der zweiten teilreflektierenden Schicht einstellbar ist.

[0005] Der Vorteil des ersten Aspektes der Erfindung ist, daß auf diese Weise zwei Schichten geschaffen werden können, mit denen sich die Strahlungsreflektion beeinflussen läßt, wobei gleichzeitig die Schichten durch das Verdampfen des Trennmittels bei hoher Güte trotzdem nicht fest miteinander verbunden sind. Diese Ausgestaltung führt dazu, daß nach dem zweiten Aspekt der Erfindung der Abstand der teilreflektierenden Schichten voneinander und somit deren gemeinsames Reflektionsverhalten eingestellt werden kann.

[0006] Ähnlich wie bei einer Seifenblase läßt sich so durch geeignete Wahl des Abstandes der beiden teilreflektierenden Schichten eine deutliche Reflektionsänderung herbeiführen.

[0007] Eine Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die erste Schicht und die zweite Schicht als teilreflektierende Schichten hergestellt werden. Der Reflektionskoeffizient der ersten Schicht beträgt dabei vorzugsweise $C_{ref} \approx 0{,}5$. Insbesondere kann die Dicke der ersten Schicht etwa 10 Nanometer betragen. Auf diese Weise ergibt sich eine hochwirksame und dabei die Optik nur wenig beeinträchtigende erste Schicht. Bei einer Weiterbildung ist es von Vorteil, wenn der Reflektionskoeffizient der zweiten Schicht $C_{ref} \approx 0{,}95$ beträgt. Die Dicke der zweiten Schicht kann dann vorzugsweise 40 Nanometer betragen. Auf diese Weise läßt sich durch Einstellen des Abstandes der ersten teilreflektierenden Schicht und der zweiten teilreflektierenden Schicht zwischen 10 und 100 Nanometern für einen geringen Abstand der beiden Schichten voneinander eine Gesamtreflektion von ungefähr 0,5 und für einen großen Abstand von 100 Nanometern der beiden teilreflektierenden Schichten voneinander eine Reflektion von etwa 0,975 erreichen. Auf diese Weise läßt sich somit das Reflektionsverhalten in einem großen Bandbereich steuern.

[0008] Als Material für die erste Schicht und/oder die zweite Schicht kann bei einer Weiterbildung ein Metall verwendet werden. Insbesondere kann als Metall Aluminium dienen. Zwar sind auch Beschichtungen aus Gold, Silber oder anderen Materialien durchaus für teilreflektierende Schichten gebräuchlich. Jedoch ist Aluminium einfach und kostengünstig in Anwendung und Herstellung und hat gleichermaßen gute optische Eigenschaften.

[0009] Bei einer Weiterbildung der Erfindung wird als Trennschicht Öl oder Wachs verwendet. Dieses Öl oder Wachs läßt sich einfach mittels Aufdampfen als Trennschicht auf die erste Schicht aufbringen und bildet dabei glatte Flächen. Durch Erhitzen ist es dann möglich, das Öl oder Wachs wieder zu entfernen. Insbesondere ist für die Verwendung ein Öl oder Wachs mit einem geringen Dampfdruck von Vorteil. Als solches läßt sich beispielsweise Diffusionspumpenöl verwenden. Dieses Diffusionspumpenöl ist außerdem verhältnismäßig temperaturbeständig und kann in Vakuumaufdampfanlagen verwendet wer-

den, ohne das Vakuum nachteilig zu beeinflussen. Gleiches gilt für Hartwachs, wie es in der Vakuumtechnik Verwendung findet.

[0010] Auf andere Weise läßt sich ein Fenster mit steuerbaren Reflektionen beispielsweise bereits durch das einfache Auflegen einer geeigneten metallisierten Kunststoffolie erzeugen. Das Einstellen des Schichtabstandes kann dann beispielsweise mittels Anlegen einer geeigneten Spannung durchgeführt werden. Um die Dynamik des Systems zu verbessern, lassen sich mehrere Schichten verwenden, beispielsweise 7 Schichten. Es ist aber auch möglich, als teilreflektierende Schichten die einander zugewandten Flächen einer Doppelverglasung zu verwenden. Bei niedrigen Temperaturen liegen die teilreflektierenden Schichten dann praktisch aufeinander, während sie bei höheren Temperaturen durch die thermische Ausdehnung von Abstandselementen zwischen den beiden Scheiben getrennt werden, so daß sich dadurch eine stärkere Reflektion ergibt. Es ist auch möglich, daß zwei oder mehr halbdurchlässige Schichten für den wenig reflektierenden Funktionszustand sehr nahe aneinander herangeführt werden, beispielsweise mit einem Abstand unter 50 Nanometern, und für den stark reflektierenden Zustand voneinander getrennt werden (mit einem Abstand jeweils über 50 Nanometern).

[0011] Eine andere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß bei dem Schritt des Ablösens der zweiten Schicht ein abstoßendes elektrisches Feld zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht erzeugt wird. Mittels dieses abstoßenden elektrischen Feldes wird eine Kraft erzeugt, die das Ablösen der zweiten Schicht von der ersten Schicht unterstützt.

[0012] Vorzugsweise wird auf die erste Schicht vor dem Aufbringen der Trennschicht eine Isolationsschicht aufgebracht. Mittels dieser Isolationsschicht wird eine elektrische Isolation zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht gewährleistet. Die Dicke der Isolationsschicht kann beispielsweise 10 Nanometer betragen.

[0013] Eine andere Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß auf der von der ersten Schicht abgewandten Seite der zweiten Schicht eine Tragschicht aufgebracht wird. Diese Tragschicht dient zur Stabilisierung der zweiten Schicht. Dadurch wird der Schichtaufbau robust und widerstandsfähig. Die Dicke der Tragschicht beträgt vorzugsweise 500 Nanometer.

[0014] Es ist von Vorteil, wenn für die Isolationsschicht und/oder die Tragschicht ein transparentes Material verwendet wird. In diesem Fall werden die Reflektionseigenschaften der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch die Isolationsschicht bzw. die Tragschicht praktisch nicht beeinflußt. Als transparentes Material läßt sich auf vorteilhafte Weise Magnesiumfluorid MgF_2 verwenden. Magnesiumfluorid hat gute optische Eigenschaften und läßt sich mittels Vakuumverdampfen mit hoher Qualität schichtweise auftragen.

[0015] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird an der von der ersten Schicht abgewandten Seite der zweiten Schicht und von dieser beabstandet eine flächige Elektrode angeordnet. Mittels dieser flächigen Elektrode kann ein elektrisches Feld zwischen der ersten Schicht und der Elektrode erzeugt werden, so daß sowohl das Ablösen der zweiten Schicht von der ersten Schicht als auch die Steuerung des Abstandes der zweiten Schicht von der ersten Schicht mittels Anlegen einer geeigneten Spannung möglich ist.

[0016] Ein weiterer Vorteil ergibt sich dann, wenn die Schichten zwischen einer ersten Scheibe und einer zweiten Scheibe einer Doppelverglasung angeordnet werden. Auf diese Weise läßt sich eine Doppelverglasung beispielsweise zur Fassadenisolation herstellen, deren Reflektionscharakteristik sich durch Variieren des Abstandes der ersten Schicht und der zweiten Schicht einstellen läßt. Vorzugsweise wird dabei die erste Schicht auf die der zweiten Scheibe zugewandten Seite der ersten Scheibe aufgebracht. So wirkt die erste Schicht als teilreflektierende Schicht. Wenn außerdem die Elektrode auf die der ersten Scheibe zugewandeten Seite der zweiten Scheibe aufgebracht wird, ergibt sich trotz dünner Schichten ein stabiler Aufbau und zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht kann durch Anlegen einer geeigneten Spannung ein elektrisches Feld wie bei einem Plattenkondensator aufgebaut werden.

[0017] Bei einer Weiterbildung ist es von Vorteil, wenn zwischen der ersten Scheibe und der zweiten Scheibe Distanzelemente die Schichten durchdringend angeordnet werden. Mittels dieser Distanzelemente läßt sich die Stabilität der Doppelverglasung erhöhen. Insbesondere wird mit diesen Distanzelementen verhindert, daß bei einer Evakuierung des Zwischenraums zwischen den Scheiben der Doppelverglasung sich diese zusammenziehen. Weil außerdem die Distanzelemente die Schichten durchdringend angeordnet werden, kann so mindestens die zweite Schicht verschiebbar auf den Distanzelementen zum Einstellen des Abstandes der ersten und der zweiten Schicht voneinander sein. Vorzugsweise beträgt die Summe der Fläche der Distanzelemente weniger als 1 % der Fläche der ersten Scheibe und/oder der zweiten Scheibe. Wegen dieser verhältnismäßig geringen Flächendichte der Distanzelemente stören diese die Optik kaum und beeinflussen die Lichttransmission oder Reflektion nicht wesentlich. Die Distanzelemente können beispielsweise aus Glas herge-

stellt werden. Mittels dieser Distanzelemente ist eine feste Verbindung der Scheiben der Doppelverglasung miteinander möglich.

[0018] Zur Herstellung der einzelnen Schichten kann der Schichtauftrag im Vakuum, insbesondere im Hochvakuum, durchgeführt werden. Unter diesen Bedingungen lassen sich Schichten hoher Qualität herstellen. Der Schichtauftrag kann beispielsweise mittels Aufdampfen erfolgen. Beispielsweise kann hierzu die so genannte Sputter-Technik verwendet werden.

[0019] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergibt sich eine vorteilhafte Weiterbildung, wenn die erste teilreflektierende Schicht, die zweite teilreflektierende Schicht und/oder die Elektrode Anschlußkontakte aufweisen und mittels einer Steuerung mit einem Potential zum Einstellen des Abstandes der ersten teilreflektierenden Schicht und der zweiten teilreflektierenden Schicht beaufschlagbar sind. So läßt sich einfach und mit geringem Schaltungsaufwand die Reflektionscharakteristik einstellen. Eine elektrostatische Steuerung hierzu ist aus dem Bereich elektrostatischer Lautsprecher hinlänglich bekannt. Der Energiebedarf für eine derartige elektrostatische Steuerung ist gering. Mittels dieser Steuerung ist beispielsweise auch die Reflektionsrichtung einstellbar. Dies kann einerseits dazu benutzt werden, unerwünschte Blendwirkung durch eine erfindungsgemäße Doppelglasfassade zu vermeiden. Dies dient beispielsweise der Verkehrssicherheit. Es ist aber auch möglich, auf diese Weise eine erfindungsgemäße Doppelglasfassade als Teil eines Solarkraftwerks zu verwenden, indem mit der Doppelglasfassade Licht gezielt zu einem Solarkollektor reflektiert wird. Eine- vorteilhafte Weiterbildung ergibt sich außerdem dann, wenn die Steuerung mit einem Temperatursensor zur temperaturabhängigen Steuerung des Abstandes der teilreflektierenden Schichten verbunden ist. In diesem Fall kann bei niedrigen Temperaturen eine hohe Transmission und bei hohen Temperaturen eine hohe Reflektion angesteuert werden.

[0020] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigt:

[0021] Fig. 1 eine schematische Teildarstellung einer Doppelverglasung mit den Erfindungsmerkmalen.

[0022] Fig. 1 zeigt eine schematische Teildarstellung einer Doppelverglasung **10** mit den Erfindungsmerkmalen in nicht maßstabsgetreuer Darstellung. Im Einzelnen sind die verschiedenen Schichtdicken zur besseren Übersicht nicht maßstabsgetreu wiedergegeben. Wie sich der Figur entnehmen läßt, weist die Doppelverglasung **10** eine erste Scheibe **11** und eine zweite Scheibe **12** auf. Dabei ist die erste Scheibe **11** eine Außenscheibe und die zweite Scheibe **12** eine Innenscheibe. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel haben die Scheiben **11**, **12** einen Abstand von fünf Mikrometern. Das Licht fällt, wie in der Figur durch Pfeile dargestellt, in der Figur von Links her auf die Außenscheibe **11**.

[0023] Die erste Scheibe **11** und die zweite Scheibe **12** sind mittels Distanzelementen **13** voneinander beabstandet. Die Distanzelemente **13** haben eine Länge von etwa 5 Mikrometer und bestehen aus Glas. Die Distanzelemente **13** verhindern, daß sich die Scheiben **11**, **12** durch den umgebenden Luftdruck nach Evakuieren des Zwischenraums zwischen den Scheiben **11**, **12** zusammendrücken lassen.

[0024] An der Innenseite der ersten Scheibe **11**, also an der der zweiten Scheibe **12** zugewandten Seite der ersten Scheibe **11**, ist eine erste Schicht **14** eines Materials einer hohen optischen Dichte angeordnet. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die erste Schicht **14** als Aluminiumschicht **14** mit einer Dicke von 10 Nanometern ausgebildet. Dadurch ergibt sich ein Reflektionskoeffizient $C_{ref} \approx 0{,}5$. Die Aluminiumschicht **14** ist somit als teilreflektierende Schicht **14** ausgebildet. Auf der von der ersten Scheibe **11** abgewandten Seite der Aluminiumschicht **14** ist eine Isolierschicht **15** angeordnet. Die Isolierschicht **15** hat bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine Dicke von 10 Nanometern und besteht aus Magnesiumfluorid MgF_2.

[0025] Von der Isolierschicht **15** beabstandet und einen Zwischenraum **16** dazwischen bildend ist eine zweite Schicht **17** eines Materials hoher optischer Dichte angeordnet. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich dabei um eine Aluminiumschicht mit einer Dicke von 40 Nanometern. Die Aluminiumschicht **17** ist somit als teilreflektierende Schicht ausgebildet und weist einen Reflektionskoeffizienten von $C_{ref} \approx 0{,}95$. Auf der von der Aluminiumschicht **14** abgewandten Seite der Aluminiumschicht **17** ist eine Tragschicht **18** angeordnet. Die Tragschicht **18** hat bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine Dicke von 500 Nanometern und besteht aus Magnesiumfluorid MgF_2. Die Tragschicht **18** dient zur Stabilisierung der Aluminiumschicht **17**.

[0026] Auf der von der Aluminiumschicht **17** abgewandten Seite der Tragschicht **18** ist durch einen Zwischenraum **19** beabstandet eine Elektrode **20** an der der ersten Scheibe zugewandten Seite der zweiten Scheibe **12** angeordnet. Die Elektrode **20** besteht aus einem Metall, im vorliegenden Fall ebenfalls Aluminium und hat eine Dicke von einem Nanometer. Aufgrund der geringen Dicke von einem Nanometer ist die Elektrode **20** optisch nicht wirksam.

[0027] Wie sich der Figur entnehmen läßt, erstre-

cken sich die Distanzelemente **13** von der ersten Scheibe **11** zur zweiten Scheibe **12** durch die Schichten **14** bis **20** hindurch. Auf diese Weise sind die Aluminiumschicht **17** mit ihrer Tragschicht **18** gemeinsam entlang der Distanzelemente **13** verschiebbar.

[0028] Die Aluminiumschicht **14** und die Elektrode **20** weisen Kontakte **21**, **22** auf, mit denen sie mittels Leitungen **23**, **24** mit einer Spannungsquelle **25** jeweils verbunden sind. Auf diese Weise läßt sich mittels der Spannungsquelle **25** eine Spannung an die Aluminiumschicht **14** und die Elektrode **20** zum Erzeugen eines elektrischen Feldes dazwischen wie bei einem Plattenkondensator anlegen. Die Aluminiumschicht **17** weist ebenfalls einen Kontakt **26** auf, der mittels einer Leitung **27** mit einem Kontakt **28** einer nicht in der Figur dargestellten Steuerung in Verbindung steht. Über den Kontakt **28** wird eine Regelspannung an die Aluminiumschicht **17** angelegt, um diese unter einem gewünschten Abstand von der Aluminiumschicht **14** zu positionieren, das heißt um eine gewünschte Dicke des Zwischenraumes **16** zu erzeugen.

[0029] Durch Polung und Pegel der Spannungen an den Kontakten **21**, **22** und **26** untereinander kann die Lage der Aluminiumschicht **17**, die quasi wie ein beweglicher Vorhang zwischen den beiden Scheiben **11**, **12** sitzt, exakt gesteuert werden. Durch das Zusammenwirken und somit die Interferenz des an den beiden teilreflektierenden Schichten **14**, **17** reflektierten Lichtes läßt sich bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Gesamtreflektion zwischen etwa 0,5, wenn der Zwischenraum **16** klein ist, der Abstand zwischen den Aluminiumschichten **14**, **17** also nur etwa 10 Nanometer beträgt und einem Wert von 0,975 einstellen, wenn die beiden Aluminiumschichten **14**, **17** einen Abstand von etwa 100 Nanometern aufweisen. Die elektrostatische Steuerung dieses Vorgangs kann von der Steuerung elektrostatischer Lautsprecher übernommen werden und erfordert nur geringe Energie. Da die elektrostatischen Kräfte auf die Aluminiumschicht **17** abhängig von der Fläche 100 N und mehr betragen können, diese aber nur eine geringe Masse von wenigen Gramm besitzt, ist mit dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine schnelle Änderung der optischen Eigenschaften möglich.

[0030] Zum Herstellen der gezeigten Doppelverglasung **10** wird zunächst die Innenseite der Scheibe **11** mit der Aluminiumschicht **14** von 10 Nanometer Dicke bedampft. Außerdem wird durch Bedampfen eines nicht in der Figur dargestellten, nach außen geführten dünnen Metallbandes am oberen Rand der Scheibe **11** eine elektrische Kontaktierungsmöglichkeit für die Schicht hergestellt. Zur elektrischen Isolation und als Abstandshalter wird auf die von der Scheibe **11** abgewandte Seite der Aluminiumschicht **14** eine Isolierschicht **15** mit einer Dicke von 10 Nanometer aus Magnesiumfluorid aufgedampft. Auf diese Isolierschicht **15** wird dann ein dünner Ölfilm aufgebracht. Hierfür wird ein Tropfen Diffusionspumpenöl in der Bedampfungsanlage verdampft. Im oberen Bereich der Scheibe **11**, in dem die Kontaktierung nach außen erfolgt, wird das Aufbringen von Öl durch eine geeignete Verschattung verhindert, so daß hier ein Materialstreifen mit guten Hafteigenschaften zur Bindung weiterer Schichten verbleibt. Auf die Ölschicht wird dann die Aluminiumschicht **17** und anschließend die Tragschicht **18** aus Magnesiumfluorid mit einer Dicke von 500 Nanometern aufgedampft.

[0031] Die der Scheibe **11** zugewandte Seite der Scheibe **12** wird außerdem mit der Aluminiumschicht **20** von 1 Nanometer Dicke bedampft und auf vorstehend genannte Weise eine Kontaktierung nach außen gelegt. Um zu verhindern, daß die Scheiben **11**, **12** durch den Luftdruck nach dem Evakuieren zusammengepreßt werden und der Spalt zwischen den Scheiben **11**, **12** wieder verschwindet, werden beim Aufdampfen des Ölfilms, der Aluminiumschicht **17** und der Tragschicht **18** in regelmäßigen Abständen Areale ausgespart, die in einem letzten Sputter-Schritt ihrerseits mit einer dickeren Glasschicht mit einer Dicke von einigen Mikrometern belegt werden und anschließend als Distanzelemente **13** dienen.

[0032] Zur Endmontage werden die Scheibe **11** und die Scheibe **12** mit geringem Abstand zusammengelegt. Anschließend wird eine Spannung gleicher Polarität an die Aluminiumschichten **14**, **17** und eine elektrische Spannung entgegengerichteter Polarität an die Elektrode **20** angelegt. In diesem Zustand werden die beiden Scheiben **11**, **12** in einen Vakuumofen gefahren, wo die Ölschicht verdampft und somit durch das Verdampfen der Ölschicht die Aluminiumschicht **17** abgelöst und der Zwischenraum **16** ausgebildet wird. Lediglich in einem oberen Bereich der Scheibe **11**, in der kein Öl aufgedampft worden ist, verbleibt die Aluminiumschicht **17** an der Isolierschicht **15** fixiert. An den Außenrändern lassen sich die Scheiben **11**, **12** mit Glaslot auf bekannte Weise verbinden. Auf diese Weise entsteht die Doppelverglasung **10**, die durch die Vakuumisolation gute Wärmeisolationseigenschaften besitzt. Andererseits sind im Betrieb die Aluminiumschicht **17** und die Tragschicht **18** ähnlich einem durchlöcherten Spiegelvorhang entlang der Distanzelemente **13** verschiebbar, um so über die Dicke des Zwischenraumes **16** die Reflektionseigenschaften der Doppelverglasung **10** einzustellen.

Bezugszeichenliste

10	Doppelverglasung
11	erste Scheibe
12	zweite Scheibe
13	Distanzelement
14	Aluminiumschicht
15	Isolierschicht
16	Zwischenraum
17	Aluminiumschicht
18	Tragschicht
19	Zwischenraum
20	Elektrode
21	Kontakt
22	Kontakt
23	Leitung
24	Leitung
25	Spannungsquelle
26	Kontakt
27	Leitung
28	Kontakt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen zweier in einem Abstand voneinander angeordneter Schichten, bei dem auf einer ersten flächigen Schicht (**14**) eine zweite flächige Schicht (**17**) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet** , daß vor dem Aufbringen der zweiten Schicht (**17**) eine Trennschicht auf die erste Schicht (**14**) aufgebracht wird, und daß zum Ablösen der zweiten Schicht (**17**) von der ersten Schicht (**14**) die Trennschicht verdampft wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (**14**) und die zweite Schicht (**17**) als teilreflektierende Schichten (**14**, **17**) hergestellt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektionskoeffizient der ersten Schicht (**14**) $C_{ref} \approx 0{,}5$ beträgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der ersten Schicht (**14**) 10 Nanometer beträgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektionskoeffizient der zweiten Schicht (**17**) $C_{ref} \approx 0{,}95$ beträgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der zweiten Schicht (**17**) 40 Nanometer beträgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die erste Schicht (**14**) und/oder die zweite Schicht (**17**) ein Metall verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall Aluminium ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Trennschicht Öl oder Wachs verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Öl Diffusionspumpenöl verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Schritt des Ablösens der zweiten Schicht (**17**) ein abstoßendes elektrisches Feld zwischen der ersten Schicht (**14**) und der zweiten Schicht (**17**) erzeugt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die erste Schicht (**14**) vor dem Aufbringen der Trennschicht eine Isolationsschicht (**15**) aufgebracht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Isolationsschicht (**15**) 10 Nanometer beträgt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der von der ersten Schicht (**14**) abgewandten Seite der zweiten Schicht (**17**) eine Tragschicht (**18**) aufgebracht wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Tragschicht (**18**) 500 Nanometer beträgt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß für die Isolationsschicht (**15**) und/oder die Tragschicht (**18**) ein transparentes Material verwendet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß als transparentes Material Magnesiumfluorid MgF_2 verwendet wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an der von der ersten Schicht (**14**) abgewandten Seite der zweiten Schicht (**17**) und von dieser beabstandet eine flächige Elektrode (**20**) angeordnet wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (**14**, **15**, **17**, **18**, **20**) zwischen einer ersten Scheibe (**11**) und einer zweiten Scheibe (**12**) einer Doppelverglasung (**10**) angeordnet werden.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (**14**) auf die der

zweiten Scheibe (**12**) zugewandte Seite der ersten Scheibe (**11**) aufgebracht wird.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (**20**) auf die der ersten Scheibe (**11**) zugewandte Seite der zweiten Scheibe (**12**) aufgebracht wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der ersten Scheibe (**11**) und der zweiten Scheibe (**12**) Distanzelemente (**13**) die Schichten (**14**, **15**, **17**, **18**, **20**) durchdringend angeordnet werden.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Fläche der Distanzelemente (**13**) weniger als 1 % der Fläche der ersten Scheibe (**11**) und/oder der zweiten Scheibe (**12**) beträgt.

24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanzelemente (**13**) aus Glas hergestellt werden.

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schichtauftrag im Vakuum, insbesondere im Hochvakuum, durchgeführt wird.

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schichtauftrag mittels Aufdampfen erfolgt.

27. Vorrichtung zur Strahlungsreflektion mit einer ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) und mit einer von der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) beabstandeten zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**), dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) und der zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**) einstellbar ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) und der zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**) zwischen 10 und 100 Nanometern einstellbar ist.

29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) und der zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**) elektrostatisch einstellbar ist.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektionskoeffizient der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) $C_{ref} \approx 0{,}5$ beträgt.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) 10 Nanometer beträgt.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektionskoeffizient der zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**) $C_{ref} \approx 0{,}95$ beträgt.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**) 40 Nanometer beträgt.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß die erste teilreflektierende Schicht (**14**) und/oder die zweite teilreflektierende Schicht (**17**) aus einem Metall bestehen.

35. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall Aluminium ist.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß auf der der zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**) zugewandten Seite der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) eine Isolationsschicht (**15**) angeordnet ist.

37. Vorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Isolationsschicht (**15**) 10 Nanometer beträgt.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß auf der von der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) abgewandten Seite der zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**) eine Tragschicht (**18**) angeordnet ist.

39. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Tragschicht (**18**) 500 Nanometer beträgt.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationsschicht (**15**) und/oder die Tragschicht (**18**) aus einem transparenten Material bestehen.

41. Vorrichtung nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß das transparente Material Magnesiumfluorid MgF_2 ist.

42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß an der von der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) abgewandten Seite der zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**) und von dieser beabstandet eine flächige Elektrode (**20**) angeordnet ist.

43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (**14**, **15**, **17**, **18**, **20**) zwischen einer ersten Scheibe (**11**)

und einer zweiten Scheibe (**12**) einer Doppelverglasung (**10**) angeordnet sind.

44. Vorrichtung nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß die erste teilreflektierende Schicht (**14**) auf der der zweiten Scheibe (**12**) zugewandten Seite der ersten Scheibe (**11**) angeordnet ist.

45. Vorrichtung nach Anspruch 43 oder 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (**20**) auf der der ersten Scheibe (**11**) zugewandten Seite der zweiten Scheibe (**12**) angeordnet ist.

46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 43 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der ersten Scheibe (**11**) und der zweiten Scheibe (**12**) Distanzelemente (**13**) die Schichten (**14**, **15**, **17**, **18**, **20**) durchdringend angeordnet sind, und daß mindestens die zweite teilreflektierende Schicht (**17**) auf den Distanzelementen (**13**) verschiebbar ist.

47. Vorrichtung nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Flächen der Distanzelemente (**13**) weniger als 1 Prozent der Fläche der ersten Scheibe (**11**) und/oder der zweiten Scheibe (**12**) beträgt.

48. Vorrichtung nach Anspruch 46 oder 47, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanzelemente (**13**) aus Glas bestehen.

49. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 48, dadurch gekennzeichnet, daß die erste teilreflektierende Schicht (**14**), die zweite teilreflektierende Schicht (**17**) und/oder die Elektrode (**20**) Anschlußkontakte (**21**, **22**, **26**) aufweisen und mittels einer Steuerung mit einem Potential zum Einstellen des Abstandes der ersten teilreflektierenden Schicht (**14**) und der zweiten teilreflektierenden Schicht (**17**) beaufschlagbar sind.

50. Vorrichtung nach Anspruch 49, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Steuerung die Reflektionsrichtung einstellbar ist.

51. Vorrichtung nach Anspruch 49 oder 50, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung mit einem Temperatursensor zur temperaturabhängigen Steuerung des Abstandes der teilreflektierenden Schichten (**14**, **17**) verbunden ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

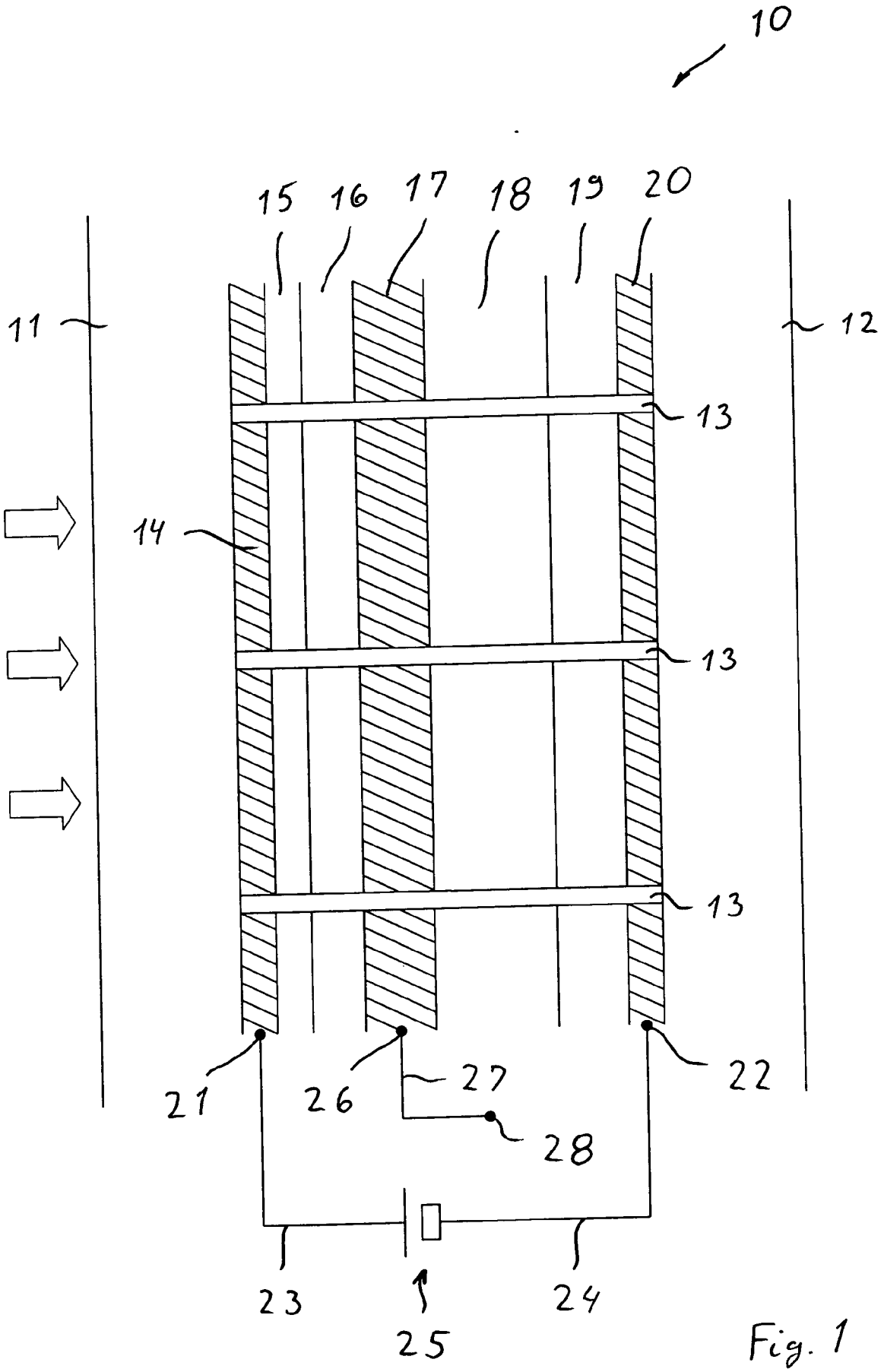


Fig. 1