(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 10 549 T2** 2007.10.04

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 506 435 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 10 549.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/09378**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 728 294.4**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/100476**
(86) PCT-Anmeldetag: **26.03.2003**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **04.12.2003**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.02.2005**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **20.12.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.10.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***G02B 5/00*** (2006.01)
B32B 27/00 (2006.01)
B32B 27/16 (2006.01)
G02B 5/28 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

152411	**21.05.2002**	**US**
268354	**10.10.2002**	**US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(73) Patentinhaber:
3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(72) Erfinder:
TAIT, E., Bruce, Saint Paul, MN 55133-3427, US; DOBRZYNSKI, J., Steven, Saint Paul, MN 55133-3427, US; MORTENSON, K., David, Saint Paul, MN 55133-3427, US; WHEATLEY, A., John, Saint Paul, MN 55133-3427, US

(54) Bezeichnung: **MEHRSCHICHTIGER OPTISCHER FILM MIT SCHMELZZONE ZUR STEUERUNG DER DELAMINATION**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft optische Körper, die mehrschichtige optische Filme mit wünschenswerten Transmissions- und/oder Reflexionseigenschaften für Licht gegebener Wellenlängen, Polarisationen und/oder Richtungen aufweisen. Insbesondere betrifft die Erfindung Verfahren und Konstruktionen, welche die Delamination solcher Filme unter Kontrolle halten.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Mehrschichtige optische Filme, d.h. Filme, welche wünschenswerte Transmissions- und/oder Reflexionseigenschaften wenigstens teilweise durch eine Anordnung von Mikroschichten mit unterschiedlichem Brechungsindex gewährleisten, sind bekannt. Es ist seit Langem bekannt, solche mehrschichtigen optischen Filme durch Abscheiden einer Folge von anorganischen Materialien in optisch dünnen Schichten ("Mikroschichten") auf einem Substrat in einer Vakuumkammer herzustellen. Normalerweise ist das Substrat ein relativ dickes Stück Glas, dessen Größe aufgrund der Beschränkungen begrenzt ist, denen das Volumen der Vakuumkammer und/oder der Grad der Gleichmäßigkeit, der durch den Abscheidungsprozess möglich ist, unterliegt.

[0003] In letzter Zeit wurden mehrschichtige optische Filme beschrieben, die durch Coextrusion von sich abwechselnden Polymerschichten hergestellt werden. Siehe z.B. US-Patente 3,610,724 (Rogers), 4,446,305 (Rogers et al.), 4,540,623 (Im et al.), 5,448,404 (Schrenk et al.) und 5,882,774 (Jonza et al.). In diesen polymeren mehrschichtigen optischen Filmen werden Polymermaterialien vorwiegend oder ausschließlich bei der Herstellung der einzelnen Schichten verwendet. Solche Filme sind mit Großserien-Fertigungsprozessen kompatibel und können in großen Blättern und als Rollenware hergestellt werden.

[0004] Viele Produktanwendungen erfordern jedoch relativ kleine und zahlreiche Filmstücke. Filter für einzelne Fotodiodendetektoren sind eine solche Anwendung. Fenster, Reflektoren und/oder Filter für faseroptische Bauelemente und andere in Kleinserie hergestellte optoelektronische Bauelemente sind weitere Anwendungen. Für diese Anwendungen können kleine Stücke eines mehrschichtigen optischen Films aus einem größeren Blatt eines solchen Films erhalten werden, indem das Blatt mit mechanischen Mitteln zerteilt wird, wie etwa durch Zerschneiden des Blattes mit einer Schervorrichtung (z.B. einer Schere) oder Zerschneiden des Blattes mit einer Klinge. Jedoch können die Kräfte, die durch den Schneidmechanismus auf das Blatt ausgeübt werden, eine Schichtdelamination in einem Bereich entlang der Schnittlinie oder -kante des Films hervorrufen. Dies gilt insbesondere für viele polymere mehrschichtige optische Filme. Der Delaminationsbereich ist oft durch eine Entfärbung im Vergleich zu unversehrten Bereichen des Films erkennbar. Da der mehrschichtige optische Film einen innigen Kontakt der einzelnen Schichten erfordert, um die gewünschten Reflexions-/Transmissionsmerkmale zu bewirken, weist der Delaminationsbereich diese gewünschten Merkmale nicht auf.

[0005] Bei manchen Produktanwendungen ist die Delamination möglicherweise nicht problematisch oder überhaupt bemerkbar. Bei anderen, insbesondere dort, wo es wichtig ist, dass im Wesentlichen das gesamte Filmstück von Rand zu Rand die gewünschten Reflexions- oder Transmissionsmerkmale aufweist, oder wo der Film mechanischen Beanspruchungen und/oder starken Temperaturschwankungen ausgesetzt sein kann, welche zur Folge haben könnten, dass sich die Delamination im Laufe der Zeit in dem Film ausbreitet, kann die Delamination äußerst schädlich sein. Auch kann in manchen Fällen ein gewisser Umfang an Delamination schwer zu vermeiden sein, aufgrund eine Notwendigkeit, wenigstens einen Abschnitt eines Umfangs eines Stückes eines mehrschichtigen optischen Films mechanisch zu schneiden oder zu trennen.

[0006] JP-A-2001166141 beschreibt einen optischen Film, der einen Schutzfilm und eine polarisationstrennende Filmplatte aufweist, wobei die Ecken des Films abgerundet worden sind.

[0007] Daher besteht Bedarf daran, die Delamination in mehrschichtigen optischen Filmen unter Kontrolle zu halten. Vorzugsweise sollte die Vorgehensweise mit automatisierten und/oder kontinuierlichen Herstellungsprozessen kompatibel sein.

KURZDARSTELLUNG

[0008] Die vorliegende Patentanmeldung offenbart polymere mehrschichtige optische Filmkörper, die mit einer Schmelzzone versehen sind, welche sich zwischen einem ersten und einem zweiten Abschnitt des mehrschichtigen optischen Films erstreckt. Falls ein Schervorgang oder ein anderer äußerer Einfluss in dem ersten

Abschnitt auf den Film einwirkt, welcher eine Delamination einzelner Schichten des mehrschichtigen optischen Films verursacht, bewirkt die Schmelzzone, dass verhindert wird, dass sich die Delamination von dem ersten Abschnitt zum zweiten Abschnitt ausbreitet. Die Schmelzzone ist wenigstens teilweise durch eine Verformung einzelner Schichten des mehrschichtigen optischen Films gekennzeichnet. Die Schmelzzone kann so positioniert sein, dass sie sich entlang und in der Nähe eines Teils eines Umfangs oder eines gesamten Umfangs des mehrschichtigen optischen Filmkörper erstreckt.

[0009] Das Verfahren zum Herstellen eines Stückes eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers, der einen mehrschichtigen optischen Film aufweist, ist in den Ansprüchen definiert.

[0010] Die Schmelzzonen werden in einem Prozess ausgebildet, bei dem ein erster und ein zweiter Liner entfernbar auf einander gegenüberliegenden Hauptflächen des mehrschichtigen optischen Filmkörpers angebracht werden. Danach wird Laserstrahlung durch einen der Liner hindurch (der willkürlich als der erste Liner bezeichnet wird) auf den Filmkörper gerichtet, wobei die Laserstrahlung so beschaffen ist, dass sie eine oder mehrere Schmelzzonen erzeugt, welche verschiedene Abschnitte des Filmkörpers voneinander trennen. Die Laserstrahlung kann auch Schnittlinien erzeugen, welche mehrere Stücke des ersten Liners und des Filmkörpers definieren. Normalerweise erzeugt die Laserstrahlung eine Rauchfahne und Restpartikel, welche sich auf dem Werkstück absetzen, in diesem Falle auf dem ersten Liner. Danach wird der erste Liner (mit den auf ihm befindlichen Restpartikeln) oder werden Stücke von ihm aus dem mehrschichtigen optischen Filmkörper (oder Stücken von ihm) entnommen, während der mehrschichtige optische Filmkörper durch den zweiten Liner gestützt wird. Die Entnahme kann durchgeführt werden, indem der erste Liner mit einem Klebeband in Kontakt gebracht wird und indem das Band von dem mehrschichtigen optischen Filmkörper abgezogen wird. Falls die durch die Laserstrahlung verursachten Restpartikel bei einer bestimmten Anwendung nicht als schädlich betrachtet werden, kann auf die Liner verzichtet werden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] In der Patentbeschreibung wird durchgehend auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen und wobei:

[0012] Fig. 1 eine stark vergrößerte perspektivische Ansicht eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers ist;

[0013] Fig. 2 eine Draufsicht eines Blattes eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers ist, wobei gestrichelte Linien angeben, wie er unterteilt werden soll;

[0014] Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers ist, der zwischen einem oberen und einem unteren Liner angeordnet ist, wobei die Figur ferner elektromagnetische Strahlung zeigt, die Zwischenräume an Schnittlinien herstellt, welche diskrete Stücke des mehrschichtigen optischen Filmkörpers und des oberen Liners definieren;

[0015] Fig. 4 eine Schnittdarstellung ist, die Fig. 3 ähnlich ist, wobei jedoch eine Klebefolie an dem oberen Liner angebracht worden ist, so dass sie die Stücke des oberen Liners von den Stücken des mehrschichtigen optischen Filmkörpers abnehmen kann;

[0016] Fig. 5 eine Draufsicht eines Stückes eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers ist, das aus einem größeren Blatt ausgeschnitten wurde;

[0017] Fig. 6 eine Schnittdarstellung durch das Stück eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers von Fig. 5 mit mehreren daran befestigten Filterrahmen ist;

[0018] Fig. 7 einen kontinuierlichen Prozess zum Zerteilen eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers darstellt; und

[0019] Fig. 8 eine Draufsicht eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers zeigt, während er geschnitten wird.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEISPIELHAFTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0020] Der Begriff "Film" wird hier in dem Sinne verwendet, dass er einen ausgedehnten optischen Körper bezeichnet, dessen Dicke im Allgemeinen nicht mehr als etwa 0,25 mm (10 Tausendstel von einem Inch, oder

"Milli-Inch") beträgt. In manchen Fällen kann ein Film an einem anderen optischen Körper befestigt oder auf einen solchen aufgetragen sein, wie etwa ein starres Substrat oder einen anderen Film mit geeigneten Reflexions- oder Transmissionseigenschaften. Der Film kann auch in einer physikalisch flexiblen Form vorliegen, gleichgültig, ob er freistehend oder an (einer) anderen flexiblen Schicht(en) befestigt ist. Der Begriff "Filmkörper" wird hier in dem Sinne verwendet, dass er einen Film bezeichnet, entweder für sich oder in Kombination mit anderen Komponenten, wie etwa in einer Laminatkonstruktion.

[0021] Fig. 1 zeigt einen mehrschichtigen optischen Filmkörper **20**. Der Filmkörper weist einzelne Mikroschichten **22**, **24** auf. Die Mikroschichten weisen unterschiedliche Brechungsindex-Merkmale auf, so dass ein Teil des Lichtes an Grenzflächen zwischen benachbarten Mikroschichten reflektiert wird. Die Mikroschichten sind ausreichend dünn, so dass Licht, das an mehreren der Grenzflächen reflektiert wird, einer konstruktiven oder destruktiven Interferenz unterliegt, um dem Filmkörper die gewünschten reflexiven oder transmissiven Eigenschaften zu verleihen. Bei optischen Filmen, die dazu bestimmt sind, Licht mit Wellenlängen im ultravioletten, sichtbaren oder nahen Infrarotbereich zu reflektieren, weist jede Mikroschicht im Allgemeinen eine optische Dicke (d.h. eine physische Dicke, multipliziert mit dem Brechungsindex) von weniger als etwa 1 µm auf. Jedoch können auch dickere Schichten enthalten sein, wie etwa Mantelschichten an den Außenflächen des Films oder innerhalb des Films angeordnete Schutz-Grenzschichten, welche Pakete von Mikroschichten trennen. Der mehrschichtige optische Filmkörper **20** kann auch eine oder mehrere dicke Klebeschichten aufweisen, um zwei oder mehr Blätter eins mehrschichtigen optischen Films in einem Laminat zu verkleben.

[0022] Die reflexiven und transmissiven Eigenschaften des mehrschichtigen optischen Filmkörpers **20** sind von den Brechungsindizes der jeweiligen Mikroschichten abhängig. Jede Mikroschicht kann wenigstens an lokalisierten Positionen im Film durch Brechungsindizes in der Ebene n_x, n_y und einen Brechungsindex n_z, der einer Dickenachse des Films zugeordnet ist, charakterisiert werden. Diese Indizes stellen die Brechungsindizes des betreffenden Materials für Licht dar, welches entlang der zueinander orthogonalen Achsen x, y bzw. z polarisiert ist (siehe Fig. 1). In der Praxis werden die Brechungsindizes durch sorgfältige Auswahl der Materialien und die Verarbeitungsbedingungen gesteuert. Der Filmkörper **20** kann durch Coextrusion von normalerweise -zig oder Hunderten von Schichten von zwei einander abwechselnden Polymeren A, B hergestellt werden, gefolgt von einem optionalen Durchlauf des mehrschichtigen Extrudats durch eine oder mehrere Multiplikationsdüsen und einem anschließenden Dehnen oder anderweitigen Ausrichten des Extrudats, um den fertigen Film herzustellen. Der resultierende Film ist aus normalerweise -zig oder Hunderten von einzelnen Mikroschichten zusammengesetzt, deren Dicken und Brechungsindizes maßgeschneidert sind, um ein oder mehrere Reflexionsbänder in dem (den) gewünschten Bereich(en) des Spektrums zu erzeugen, wie etwa im sichtbaren oder im nahen Infrarotbereich. Um hohe Reflektivitäten mit einer vertretbaren Anzahl von Schichten zu erzielen, weisen benachbarte Mikroschichten vorzugsweise eine Differenz der Brechungsindizes (Δn_x) für entlang der x-Achse polarisiertes Licht von wenigstens 0,05 auf. Falls die hohe Reflektivität für zwei orthogonale Polarisationen gewünscht wird, so weisen die benachbarten Mikroschichten auch eine Differenz der Brechungsindizes (Δn_y) für entlang der y-Achse polarisiertes Licht von wenigstens 0,05 auf. Andernfalls kann die Differenz der Brechungsindizes Δn_y kleiner als 0,05 und vorzugsweise ungefähr 0 sein, um einen mehrschichtigen Stapel herzustellen, welcher senkrecht einfallendes Licht eines Polarisationszustands reflektiert und senkrecht einfallendes Licht eines orthogonalen Polarisationszustands durchlässt.

[0023] Falls gewünscht, kann die Differenz der Brechungsindizes (Δn_z) zwischen benachbarten Mikroschichten für entlang der z-Achse polarisiertes Licht ebenfalls maßgeschneidert werden, um wünschenswerte Reflektivitätseigenschaften für die p-Polarisationskomponente von schräg einfallendem Licht zu erzielen. Zur Vereinfachung der nachfolgenden Erläuterungen wird angenommen, dass an einem beliebigen interessierenden Punkt auf einem Interferenzfilm die x-Achse in der Ebene des Films so ausgerichtet ist, dass der Betrag von Δn_x maximal ist. Mithin kann der Betrag von Δn_y gleich dem oder kleiner als (jedoch nicht größer als) der Betrag von Δn_x sein. Ferner wird die Wahl, mit welcher Materialschicht zu beginnen ist, wenn die Differenzen Δn_x, Δn_y, Δn_z berechnet werden, dadurch diktiert, dass gefordert wird, dass Δn_x nichtnegativ ist. Anders ausgedrückt, die Differenzen der Brechungsindizes zwischen zwei Schichten, die eine Grenzfläche bilden, sind $\Delta n_j = n_{1j} - n_{2j}$, wobei j = x, y oder z und wobei die Schichtbezeichnungen 1, 2 so gewählt sind, dass $n_{1x} \geq n_{2x}$, d.h. $\Delta n_x \geq 0$.

[0024] Um eine hohe Reflektivität von p-polarisiertem Licht bei schiefen Winkeln aufrechtzuerhalten, kann der Unterschied der z-Indizes Δn_z zwischen Mikroschichten so gesteuert werden, dass sie wesentlich kleiner ist als die maximale Differenz der Brechungsindizes in der Ebene Δn_x, so dass $\Delta n_z \leq 0{,}5 \cdot \Delta n_x$ ist. Noch besser ist $\Delta n_z \leq 0{,}25 \cdot \Delta n_x$. Ein Unterschied der z-Indizes mit einem Betrag von null oder nahezu null liefert Grenzflächen zwischen Mikroschichten, deren Reflektivität für p-polarisiertes Licht als Funktion des Einfallswinkels konstant oder nahezu konstant ist. Ferner kann der Unterschied der z-Indizes Δn_z so gesteuert werden, dass er das entgegengesetzte Vorzeichen hat wie die Differenz der Indizes in der Ebene Δn_x, d.h. $\Delta n_z < 0$. Diese Bedingung

liefert Grenzflächen, deren Reflektivität für p-polarisiertes Licht mit wachsenden Einfallswinkeln zunimmt, wie es für s-polarisiertes Licht der Fall ist.

[0025] Beispiele von Materialien, welche bei der Herstellung eines polymeren mehrschichtigen optischen Films verwendet werden können, sind in der PCT-Veröffentlichung WO 99/36248 (Neavin et al.) zu finden. Es ist wünschenswert, dass wenigstens eines der Materialien ein Polymer mit einem spannungsoptischen Koeffizienten ist, der einen großen absoluten Betrag hat. Anders ausgedrückt, das Polymer entwickelt vorzugsweise eine hohe Doppelbrechung (mindestens etwa 0,05, besser mindestens etwa 0,1 oder sogar 0,2), wenn es gedehnt wird. In Abhängigkeit von der Anwendung des mehrschichtigen Films kann die Doppelbrechung zwischen zwei orthogonalen Richtungen in der Ebene des Films, zwischen einer oder mehreren Richtungen in der Ebene und der zur Ebene des Films senkrechten Richtung oder als eine Kombination davon entwickelt werden. In speziellen Fällen, in denen isotrope Brechungsindizes zwischen ungedehnten Polymerschichten weit auseinander liegen, kann die Forderung nach einer vorzugsweise hohen Doppelbrechung in wenigstens einem der Polymere gelockert werden, obwohl eine Doppelbrechung nach wie vor oft wünschenswert ist. Solche speziellen Fälle können bei der Wahl von Polymeren für Spiegelfilme und für Polarisationsfilme eintreten, die unter Anwendung eines biaxialen Prozesses hergestellt werden, bei welchem der Film in zwei orthogonalen Richtungen in der Ebene gezogen wird. Ferner ist es wünschenswert, dass das Polymer in der Lage ist, nach dem Dehnen die Doppelbrechung beizubehalten, so dass dem fertigen Film die gewünschten optischen Eigenschaften verliehen werden. Ein zweites Polymer kann für andere Schichten des mehrschichtigen Films so gewählt werden, dass in dem fertigen Film der Brechungsindex des zweiten Polymers sich in wenigstens einer Richtung wesentlich von dem Brechungsindex des ersten Polymers in derselben Richtung unterscheidet. Der Einfachheit halber können die Filme hergestellt werden, indem nur zwei verschiedene polymere Materialien verwendet werden und indem diese Materialien während des Extrusionsprozesses so angeordnet werden, dass sich abwechselnde Schichten A, B, A, B, ... erzeugt werden, wie in **Fig. 1** dargestellt. Das abwechselnde Anordnen von nur zwei verschiedenen Polymermaterialien ist jedoch nicht erforderlich. Stattdessen kann jede Schicht eines mehrschichtigen optischen Films aus einem nur einmal vorhandenen Material oder Gemisch bestehen, das an keiner anderen Stelle in dem Film zu finden ist. Vorzugsweise weisen die Polymere, die coextrudiert werden, dieselben oder ähnliche Schmelztemperaturen auf.

[0026] Zu den Beispielen von Kombinationen aus zwei Polymeren, welche sowohl geeignete Differenzen der Brechungsindizes als auch eine ausreichende Adhäsion zwischen den Schichten aufweisen, gehören: (1) für einen polarisierenden mehrschichtigen optischen Film, der unter Anwendung eines Prozesses mit vorwiegend uniaxialer Dehnung hergestellt wird, PEN/coPEN, PET/coPET, PEN/sPS, PET/sPS, PEN/Eastar™ und PET/Eastar™, wobei "PEN" Polyethylennaphthalat bezeichnet, "coPEN" ein Copolymer oder Gemisch auf der Basis von Naphthalindicarbonsäure bezeichnet, "PET" Polyethylenterephthalat bezeichnet, "coPET" ein Copolymer oder Gemisch auf der Basis von Terephthalsäure bezeichnet, "sPS" syndiotaktisches Polystyrol und dessen Derivate bezeichnet und Eastar™ ein Polyester oder Copolyester ist (das bekanntlich Anteile von Cyclohexandimethylendiol und Anteile von Terephthalat enthält), das bei Eastman Chemical Co. zu beziehen ist; (2) für einen polarisierenden mehrschichtigen optischen Film, der durch Beeinflussen der Prozessbedingungen eines biaxialen Dehnungsprozesses hergestellt wird, PEN/coPEN, PEN/PET, PEN/PBT, PEN/PETG und PEN/PETcoPBT, wobei "PBT" Polybutylenterephthalat bezeichnet, "PETG" ein Copolymer von PET bezeichnet, bei dem ein zweites Glycol (gewöhnlich Cyclohexandimethanol) verwendet wird, und "PETcoPBT" ein Copolyester von Terephthalsäure oder einem Ester derselben mit einem Gemisch von Ethylenglycol und 1,4-Butandiol bezeichnet; (3) für Spiegelfilme (einschließlich farbiger Spiegelfilme), PEN/PMMA, coPEN/PMMA, PET/PMMA, PEN/Ecdel™, PET/Ecdel™, PEN/sPS, PET/sPS, PEN/coPET, PEN/PETG und PEN/THV™, wobei "PMMA" Polymethylmethacrylat bezeichnet, Ecdel™ ein thermoplastisches Polyester oder Copolyester ist (das bekanntlich Anteile von Cyclohexandicarboxylat, Anteile von Polytetramethylenetherglycol und Anteile von Cyclohexandimethanol enthält), das bei Eastman Chemical Co. zu beziehen ist, und THV™ ein Fluorpolymer ist, das bei 3M Company zu beziehen ist.

[0027] Weitere Einzelheiten zu geeigneten mehrschichtigen optischen Filmen und verwandten Konstruktionen sind in der US-Patentschrift 5,882,774 (Jonza et al.) und den PCT-Veröffentlichungen WO 95/17303 (Ouderkirk et al.) und WO 99/39224 (Ouderkirk et al.) zu finden. Polymere mehrschichtige optische Filme und Filmkörper können zusätzliche Schichten und Überzüge aufweisen, die aufgrund ihrer optischen, mechanischen und/oder chemischen Eigenschaften gewählt werden. Siehe US-Patentschrift 6,368,699 (Gilbert et al.). Die polymeren Filme und Filmkörper können auch anorganische Schichten aufweisen, wie etwa Überzüge oder Schichten aus Metall oder Metalloxid.

[0028] Bei einer einfachen Ausführungsform können die Mikroschichten Dicken aufweisen, die einem ¼-Wellen-Stapel entsprechen, d.h. in optischen Wiederholungseinheiten oder Einheitszellen angeordnet sind, die je-

weils im Wesentlichen aus zwei benachbarten Mikroschichten von gleicher optischer Dicke (f-Verhältnis = 50%) bestehen, wobei eine solche optische Wiederholungseinheit bewirkt, dass durch konstruktive Interferenz Licht reflektiert wird, dessen Wellenlänge λ gleich der zweifachen optischen Gesamtdicke der optischen Wiederholungseinheit ist. Eine solche Anordnung ist in Fig. 1 dargestellt, wo eine Mikroschicht **22** eines Polymers A die einer Mikroschicht **24** eines Polymers B benachbart ist, mit dieser eine Einheitszelle oder optische Wiederholungseinheit **26** bildet, welche sich im gesamten Stapel immer wiederholt. Die Dickengradienten entlang einer Dickenachse des Films (z.B. der z-Achse) können verwendet werden, um ein verbreitertes Reflexionsband zu erzeugen. Es können auch Dickengradienten verwendet werden, die so maßgeschneidert sind, dass solche Bandkanten "geschärft" werden, wie in der US-Patentschrift 6,157,490 (Wheatley et al.) erörtert wird.

[0029] Es werden auch andere Schichtanordnungen in Betracht gezogen, wie etwa mehrschichtige optische Filme mit aus 2 Mikroschichten bestehenden optischen Wiederholungseinheiten, deren f-Verhältnis von 50% verschieden ist, oder Filme, deren optische Wiederholungseinheiten im Wesentlichen aus mehr als zwei Mikroschichten bestehen. Diese alternativen Konstruktionen von optischen Wiederholungseinheiten können gewisse Reflexionen höherer Ordnung reduzieren oder eliminieren. Siehe z.B. US-Patentschriften Nr. 5,360,659 (Arends et al.) und 5,103,337 (Schrenk et al.).

[0030] Fig. 2 zeigt einen Abschnitt eines Blattes eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers **30** in der Draufsicht. Der Filmkörper **30** wird mit Maßen in Querrichtung hergestellt und verkauft oder geliefert, welche größer sind, als für eine bestimmte Endnutzeranwendung gewünscht wird. Es ist daher erforderlich, den Filmkörper **30** in ein kleineres Stück oder Stücke zu unterteilen, um den Film an die Anwendung anzupassen. Die gewünschte Größe und Form der Stücke kann stark variieren. Der Einfachheit halber zeigt Fig. 2 Stücke, die durch zwei sich schneidende Mengen paralleler Schnittlinien, mit **32** und **34** bezeichnet, definiert sind. Falls beide Mengen von Schnittlinien verwendet werden, wird der Filmkörper **30** in diskrete rechteckige (einschließlich quadratische) oder parallelogrammförmige Stücke verwandelt, welche sich in zwei Richtungen erstrecken, d.h. in der Länge und Breite des Films **30**. Falls nur eine der Mengen verwendet wird, werden die Stücke lang gestreckte rechteckige Streifen. Natürlich müssen die Schnittlinien nicht gerade sein und können Kurven, Biegungen, Winkel und gerade Abschnitte in beliebiger Kombination aufweisen. Oft sind jedoch einfache Formen wie etwa Kreise, Rechtecke, Parallelogramme oder andere Polygone alles, was benötigt wird.

[0031] Die Anmelder haben festgestellt, dass Laserstrahlung angewendet werden kann, um polymere mehrschichtige optische Filmkörper ohne irgendeine wesentliche Delamination an den Schnittlinien zu schneiden und zu zerteilen. Die Laserstrahlung wird so gewählt, dass sie eine Wellenlänge aufweist, bei welcher wenigstens einige der Materialien des optischen Films eine beträchtliche Absorption aufweisen, so dass die absorbierte elektromagnetische Strahlung den Filmkörper entlang der Schnittlinie verdampfen kann. Andernfalls würde die Laserstrahlung von dem Film genauso wie anderes einfallendes Licht, dessen Wellenlänge innerhalb eines beabsichtigten Arbeitsbereiches des Films liegt, durchgelassen oder reflektiert. Die Laserstrahlung wird außerdem mit einer geeigneten Fokussierungsoptik geformt und auf geeignete Leistungspegel eingeregelt, um die Verdampfung entlang einer schmalen Schnittlinie durchzuführen. Vorzugsweise kann mit der Laserstrahlung außerdem das Werkstück schnell entsprechend vorprogrammierten Anweisungen abgetastet werden, und sie kann schnell ein- und ausgeschaltet werden, so dass Schnittlinien von beliebiger Form verfolgt werden können. Im Handel erhältliche Anlagen, die für in dieser Hinsicht nützlich befunden wurden, werden als Laserbearbeitungs-Module der Marke LaserSharp von LasX Industries Inc., St. Paul, MN vertrieben. Diese Module verwenden eine CO_2-Laserquelle, die mit einer Wellenlänge von ungefähr 10,6 µm (von etwa 9,2–11,2 µm) arbeitet, um das Werkstück zu schneiden.

[0032] Die Anmelder haben außerdem festgestellt, dass sich verdampftes Material, das während des Prozesses des Schneidens mit Laserstrahlung erzeugt wird, als Restpartikel auf dem Werkstück ansammeln kann. Solche Restpartikel können sich in einem Umfang ansammeln, welcher das Filmstück für die beabsichtigte Anwendung unbrauchbar macht. Um dieses Problem zu vermeiden, kann vor dem Arbeitsgang des Laserschneidens ein erster Liner auf dem mehrschichtigen optischen Filmkörper angebracht werden. Falls ein inniger Kontakt zwischen dem ersten Liner und dem mehrschichtigen optischen Filmkörper aufrechterhalten wird, sammeln sich eventuelle Restpartikel, die während des Schrittes des Schneidens erzeugt werden, auf dem ersten Liner und nicht auf dem mehrschichtigen optischen Filmkörper an. Der erste Liner wird jedoch außerdem vorzugsweise auf eine Art und Weise angebracht, welche ermöglicht, ihn leicht zu entfernen, so dass ein sauberes Stück eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers erhalten werden kann. Bei einer Verfahrensweise kann der erste Liner vor dem Laserschneiden elektrostatisch an dem mehrschichtigen optischen Filmkörper angebracht werden. Die elektrostatische Ladung kann später wenigstens teilweise neutralisiert werden, um die Anziehung des Liners zum Filmkörper zu verringern und damit die Trennung von diesem zu ermöglichen. Stattdessen kann auch eine dünne Schicht eines Klebstoffes mit geringem Haftvermögen verwendet werden, wie etwa des

Typs, der für wiederablösbare Haftnotizzettel verwendet wird.

[0033] Während des Schneidens wird die Laserstrahlung vorzugsweise durch den ersten Liner hindurch auf den mehrschichtigen optischen Filmkörper gerichtet. Daher wird, sofern nicht der erste Liner nichtabsorbierend bei der Laserwellenlänge ist, der erste Liner in Stücke geschnitten, die im Wesentlichen identisch mit den Stücken des mehrschichtigen optischen Filmkörpers sind, da sich die zwei Schichten in innigem Kontakt befinden. Das heißt, wenn die Laserstrahlung so gesteuert wird, dass sie verschiedene Stücke des mehrschichtigen optischen Filmkörpers ausschneidet, schneidet sie gleichzeitig im Wesentlichen identische Stücke des ersten Liners aus. Ein bevorzugter erster Liner ist Papier. Papier verdampft, schmilzt jedoch nicht, wenn es der Laserstrahlung ausgesetzt wird, und daher werden die Papierstücke nicht mit den benachbarten Stücken des mehrschichtigen optischen Filmkörpers verklebt. Das Papier kann mit einer sehr dünnen (deutlich unter 1 Milli-Inch) Schicht Silikon behandelt werden und nach wie vor diese wünschenswerten Eigenschaften beibehalten. In einem solchen Falle befindet sich vorzugsweise die mit Silikon behandelte Seite des Papiers in Kontakt mit dem mehrschichtigen optischen Filmkörper. Es können auch andere Materialien verwendet werden, welche ein minimales oder kein Schmelzen aufweisen, wenn sie der Laserstrahlung ausgesetzt werden.

[0034] Zur bequemen Handhabung kann ein zweiter Liner an dem mehrschichtigen optischen Filmkörper angebracht werden, auf einer Seite desselben, die dem ersten Liner gegenüberliegt. Außerdem kann durch geeignete Wahl von Linern und entsprechende Steuerung der Laserstrahlung ein so genannter "Kiss-Cut" entlang wenigstens einiger der Schnittlinien erreicht werden, wodurch der erste Liner und der mehrschichtige optische Filmkörper an der Schnittlinie vollständig verdampft werden, der zweite Liner jedoch nicht vollständig verdampft wird, sondern stattdessen wenigstens teilweise unversehrt ist und vorzugsweise im Wesentlichen vollständig unversehrt ist. Auf diese Weise können die verschiedenen Stücke des mehrschichtigen optischen Filmkörpers gebildet werden, können jedoch trotzdem in einer geordneten Anordnung getragen werden und zur schnellen Bearbeitung als eine Bahn oder ein Blatt gehandhabt werden. Der zweite Liner dient als ein Substrat zum Stützen und Tragen der einzelnen Stücke, nachdem sie zugeschnitten worden sind. Es ist anzumerken, dass der zweite Liner die einzelnen Stücke stützen und tragen kann, gleichgültig, ob er sich über oder unter diesen Stücken befindet.

[0035] Fig. 3 veranschaulicht dies. In der Schnittdarstellung dieser Figur ist ein polymerer mehrschichtiger optischer Filmkörper **40** der Einfachheit halber als eine einzige Schicht dargestellt. Ein erster Liner **42** und ein zweiter Liner **44** sind so angebracht worden, dass sie sich in innigem Kontakt mit einander gegenüberliegenden Hauptflächen des Filmkörpers **40** befinden. Der Liner **44** ist als zwei Schichten **44a**, **44b** aufweisend dargestellt, aus Gründen, die weiter unten erläutert werden. Laserstrahlung **46a**, **46b**, **46c** wird durch den Liner **42** hindurch an Schnittlinien **48a**, **48b** bzw. **48c** auf den Filmkörper **40** gerichtet. Es sind eine geeignete Strahlformoptik und eine Leistungssteuerung (nicht dargestellt) vorgesehen, so dass wie dargestellt durch Verdampfung des Liners **42** und des Filmkörpers **40** schmale Zwischenräume gebildet werden, während der Liner **44** im Wesentlichen unversehrt bleibt. Ein Teil des verdampften Materials sammelt sich als Restpartikel **50** auf dem ersten Liner **42**. Die Schnittlinien und Zwischenräume definieren verschiedene Stücke **40a**, **40b**, **40c** des mehrschichtigen Filmkörpers **40** und entsprechende Stücke **42a**, **42b**, **42c** des Liners **42**. In Fig. 3 verbleiben die Stücke des Liners **42** in innigem Kontakt mit den Stücken des mehrschichtigen Filmkörpers **40**, etwa durch elektrostatische Anziehung oder einen anderen reversiblen Befestigungsmechanismus.

[0036] Die Schnittlinien **48a**–c können gleichzeitig oder nacheinander hergestellt werden. Die oben erwähnten LaserSharp Laser-Bearbeitungsmodule scannen mit einem einzigen Bündel von Laserstrahlung, wobei die Strahlung **46a**–c aufeinanderfolgende Scans des Strahls darstellt.

[0037] Fig. 4 zeigt ein Verfahren zum bequemen Entfernen der mit Restpartikeln bedeckten Linerstücke **42a**–c von den Stücken **40a**–c des mehrschichtigen optischen Filmkörpers. Ein druckempfindliches Klebeband **52** wird mit der Konstruktion von Fig. 3 in Kontakt gebracht, derart, dass der druckempfindliche Klebstoff mit dem ersten Liner **42** in Kontakt kommt. Falls der Film **42** während des Laserschneidens elektrostatisch an dem Filmkörper **40** gehalten wird, werden die elektrostatischen Kräfte vorzugsweise im Wesentlichen neutralisiert oder wenigstens verringert, so dass die Anziehungskraft zwischen dem Liner **42** und dem Filmkörper **40** wesentlich kleiner ist als die Anziehungskraft zwischen dem Liner **42** und dem Band **52**. Anschließend können die Linerstücke **42a**–c schnell von den Filmkörperstücken **40a**–**40c** getrennt werden, indem einfach das Band **52** von dem Filmkörper **40** abgezogen wird, oder umgekehrt. Auf diese Weise können -zig, Hunderte oder Tausende von diskreten Linerstücken leicht und schnell entfernt werden. Das Band **52** erstreckt sich vorzugsweise über die Breite des mehrschichtigen optischen Filmkörpers **40**, so dass es gleichzeitig mit einer Reihe der mehreren auszuschneidenden Stücke Kontakt hat. Nach dem Entfernen der Linerstücke **42a**–c ist es auch wünschenswert, dass die Stücke **40a**–c des mehrschichtigen optischen Filmkörpers von dem zweiten Liner **44** ge-

trennt werden. Vorzugsweise geschieht dies, indem eine relativ schwache Bindung zwischen dem Filmkörper **40** und dem zweiten Liner **44** vorgesehen wird. Eine solche Bindung kann elektrostatisch erreicht werden, oder durch Verwendung einer kleinen Menge von druckempfindlichem Klebstoff mit geringem Haftvermögen. Die Bindung ist genügend schwach, um eine leichte Trennung der Stücke **40a**–c zu ermöglichen, indem der Liner **44** um eine scharfe Kante herumgeführt wird oder gebogen wird und die Stücke **40a**–c behutsam von ihm entfernt werden.

[0038] Der Liner **44** weist vorzugsweise wenigstens zwei Schichten **44a**, **44b** auf, die so gewählt sind, dass Kiss-Cutting erleichtert wird. Die Schicht **44a**, die dem mehrschichtigen optischen Filmkörper **40** benachbart angeordnet ist, besteht vorzugsweise aus einem Material, das eine wesentlich geringere Absorption der Laserstrahlung aufweist als der Filmkörper **40**. Da sie eine geringere Absorption aufweist, kann die Schicht **44a** während des Vorgangs des Laserschneidens bei geeigneter Steuerung des Lasers eine geringe oder keine Verdampfung erfahren. Es wurde festgestellt, dass ein Polyethylenmaterial mit einer Dicke von ungefähr 0,001 Inch (25 µm) oder mehr geeignet für eine CO_2-Laserschneidanlage ist, die mit etwa 10,6 µm arbeitet. Ein solches Material kann sich jedoch durch die Wärme, die von dem Laser an den Schnittlinien erzeugt wird, dehnen oder verformen. wenn der Liner **44** in gespanntem Zustand gehalten und verwendet wird, um den mehrschichtigen optischen Filmkörper **40** durch die Schnittbereich des Lasers zu bewegen, kann eine Dehnung oder Verformung der Linerschicht **44a** zur Folge haben, dass sich die Stücke **40a**–c so bewegen, dass sie nicht mehr zueinander ausgerichtet sind, wodurch nicht korrekt positionierte Laserschnitte verursacht werden. Aus diesem Grunde besteht die Schicht **44b** vorzugsweise aus einem Material mit einem relativ hohen Elastizitätsmodul, wie etwa einem kleberbeschichteten Papier mit hohem Elastizitätsmodul, um den Filmkörper **40** und die Filmstücke **40a**–c dimensionsstabil zu halten.

[0039] Die Stücke **40a**–c des mehrschichtigen optischen Filmkörpers weisen durch Anwendung des Verfahrens des Laserschneidens Ränder auf, an denen im Wesentlichen keine Delamination erfolgt, und weisen außerdem durch die Verwendung des ersten und des zweiten Liners **42**, **44** saubere Hauptflächen auf, die frei von Restpartikeln sind. Die durch die Laserstrahlung erzeugte Wärme verformt die Mikroschichten an den Rändern, so dass eine Art von Dichtung des mehrschichtigen optischen Films erzeugt wird.

[0040] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht eines Stückes eines polymeren mehrschichtigen optischen Filmkörpers **60**, welches aus einem größeren Blatt eines polymeren mehrschichtigen optischen Filmkörpers herausgetrennt worden ist. Das Stück **60** weist lasergeschnittene Umfangsränder **62a**–d auf, die einen lang gestreckten Streifen definieren und vorzugsweise durch Kiss-Cutting geschnitten wurden, wie in Fig. 3 dargestellt. Zusätzliche Laserschnitte sind vorgesehen, um eine weitere Aufteilung des mehrschichtigen optischen Filmkörpers in einzelne Filterpakete zu ermöglichen. Die Ränder **64a**, **64b** definieren Fixierlöcher zum Anbringen des Streifens in einer Spritzgießvorrichtung. Diese Ränder werden ebenfalls vorzugsweise mittels Kiss-Cutting geschnitten. Die Punkte **66** definieren lineare Anordnungen von Löchern, welche die Funktion von Perforationslinien erfüllen, um ein Zerreißen oder Abscheren entlang dieser Linien zu ermöglichen. Während des Laserschneidens wird die Laserstrahlung vorzugsweise so gesteuert, dass ein vollständiger durchgehender Schnitt (nicht nur ein Kiss-Cut) durch den mehrschichtigen optischen Filmkörper und durch sowohl den ersten als auch den zweiten Liner hindurch an den Punkten **66** ausgeführt wird. Vorzugsweise schneidet ein Loch den Umfangsrand **62a**, und ein weiteres Loch schneidet den Umfangsrand **62c**, so dass ein Lochteil oder eine Einkerbung an jedem Rand zur Erleichterung des Zerreißens vorgesehen ist.

[0041] Es werden Schmelzzonen **68** gebildet, indem die Laserstrahlung auf Niveaus reduziert wird, welche keine vollständige Verdampfung durch den mehrschichtigen Filmkörper **60** hindurch bewirken. Dies kann bewerkstelligt werden, indem der Laserstrahl defokussiert wird, indem die Laserleistung verringert wird und/oder indem der Laser schneller über das Werkstück geführt wird. Obwohl ein Teil des mehrschichtigen optischen Filmkörpers in den Schmelzzonen **68** verdampft werden kann, bleibt wenigstens ein Abschnitt der Dicke des mehrschichtigen optischen Filmkörpers in den Schmelzzonen **68** intakt, auch wenn er sich durch die lokal begrenzte Erwärmung verzieht. Dieser Verzug kann zum Beispiel in einer lokal begrenzten Riffelung oder Welligkeit der Mikroschichten sowie in einer Vermischung und einem daraus resultierenden Verlust voneinander getrennter einzelner Mikroschichten zum Ausdruck kommen. Die Schmelzzonen **68** sind dazu vorgesehen, die Ausbreitung einer Delamination zu verhindern, welche auftreten kann, wenn das Stück **60** später mit mechanischen Mitteln, die eine Scher- oder Zugbelastung ausüben, entlang der Perforationslinien in noch kleinere Stücke geschnitten wird.

[0042] Wie Fig. 5 zeigt, erstrecken sich die Schmelzzonen **68** über die Breite des Streifens und sind in Paaren angeordnet, welche abwechselnd Bereiche aktiver Fenster **67** und Bereiche der mechanischen Trennung **69** definieren. Perforationslöcher wie diejenigen, die an den Punkten **66** definiert sind, können in den Bereichen

der mechanischen Trennung **69** vorgesehen werden, oder es kann auf sie verzichtet werden. Gleichgültig, ob Perforationslöcher vorgesehen sind oder nicht, sind die Schmelzzonen **68**, welche an den Trennungsbereich **69** angrenzen, vorzugsweise weit genug voneinander entfernt, so dass ein zusammenhängendes Band eines mehrschichtigen optischen Films, das nicht durch den Prozess des Laserschneidens verzogen ist und sich über die gesamte Breite des Streifens erstreckt, an jede Schmelzzone angrenzt. Diese Bänder eines nicht verzogenen mehrschichtigen optischen Films wirken als Pufferzonen, welche helfen, die Ausbreitung einer Delamination zu verhindern, wenn die Fensterbereiche **67** durch mechanische Einwirkung (wie etwa die Anwendung einer Zugkraft, wenn Perforationslöcher vorhanden sind, oder mit Schermitteln) quer durch die Trennbereiche **69** voneinander getrennt werden.

[0043] Die Schmelzzonen weisen vorzugsweise einen geringen Abstand, gewöhnlich von ungefähr 1 mm oder weniger, von den Rändern auf, welche den Umfang des fertigen optischen Teils definieren. Ein solches Teil kann eine beliebige Form haben, ist jedoch oft ein Polygon wie etwa ein Rechteck. Die Schmelzzonen können in einem mehrschichtigen optischen Filmartikel vorgesehen sein, welcher später entlang einer oder mehrerer Ränder in der Nähe der Schmelzzone(n) mechanisch zerschnitten oder durchtrennt wird, oder die Schmelzzonen können in dem Artikel vorgesehen werden, nachdem das mechanische Schneiden erfolgt ist. Die Schmelzzonen können in einem oder mehreren, einen geringen Abstand aufweisenden Paaren vorgesehen sein, und das mechanische Schneiden oder Durchtrennen kann in dem Abschnitt zwischen den Paaren durchgeführt werden. Kurz gesagt, ist eine Schmelzzone vorzugsweise ein ausgedehntes Merkmal, welches einen ersten und einen zweiten Abschnitt eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers trennt, wobei eine Delamination des mehrschichtigen optischen Films auf einer Seite der Schmelzzone erfolgen kann und die Schmelzzone bewirkt, dass verhindert wird, dass sich eine solche Delamination hinüber auf die andere Seite ausbreitet.

[0044] Ein oder mehrere Stücke **60** eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers können unter Verwendung der durch die Ränder **64a**, **64b** definierten Fixierlöcher in einer Spritzgießmaschine angebracht werden. Danach kann geschmolzenes Polymermaterial in einer Reihe von Kästen oder Rahmen **114** um das Stück **60** herum geformt werden, wie aus der Schnittdarstellung von Fig. 6 am besten ersichtlich ist. Nach dem Abkühlen können einzelne Filterbaugruppen hergestellt werden, indem der mehrschichtige Filmkörper **60** entlang der durch die Punkte **66** definierten Perforationslinien mechanisch geschnitten wird. Solche einzelnen Filterbaugruppen und Anwendungen derselben werden in der US-Patentanmeldung Seriennr. 10/152,546 mit dem Titel "Photopic Detector System and Filter Therefor", die am 21. Mai 2002 eingereicht wurde, ausführlicher erörtert. Die Filterrahmen können eine Öffnung aufweisen, die so beschaffen ist, dass sie einen Fotodetektor aufnehmen kann. Die Kombination Fotodetektor/Filterbaugruppe stellt ein modifiziertes Detektionssystem mit Spektraleigenschaften zur Verfügung, die zum Teil aus den Spektraleigenschaften des Fotodetektors und zum Teil aus der spektralen Durchlässigkeit des mehrschichtigen optischen Films resultieren. Es wird außerdem auf die US-Patentanmeldung Seriennr. 10/268,118 mit dem Titel "Method for Subdividing Multilayer Optical Film Cleanly and Rapidly" verwiesen, die am 10. Oktober 2002 eingereicht wurde.

[0045] Die Nützlichkeit des beschriebenen Verfahrens des Zerteilens eines Blattes eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers in Stücke desselben ist in keiner Weise auf das Herstellen von Streifen aus solchem Material zur Verwendung in Boxfiltern beschränkt. Das Verfahren ist überall dort von Nutzen, wo ein Stück oder Stücke (insbesondere eine große Zahl von Stücken, z.B. wenigstens 10, wenigstens 50 oder wenigstens 100) eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers aus einem größeren Blatt oder einer Rolle eines solchen Materials erhalten werden sollen, und insbesondere dort, wo die Delamination entlang der Ränder des mehrschichtigen optischen Films problematisch sein kann und wo eine saubere Oberfläche auf dem gesamten Stück eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers erwünscht ist.

[0046] Fig. 7 zeigt einen Rolle-zu-Rolle-Prozess **200** zum Ausbilden von Schmelzzonen in einem Blatt eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers sowie zum sauberen und schnellen Verwandeln eines solchen Blattes in kleinere Stücke des mehrschichtigen optischen Filmkörpers. Die Rolle **202** wird abgewickelt, so dass ein Laminatfilm **204** zur Verfügung gestellt wird, welcher im Wesentlichen aus einem polymeren mehrschichtigen optischen Filmkörper (z.B. Element **40** in Fig. 3) und einem zweiten Liner (z.B. Liner **44** in Fig. 3), der an einer Hauptfläche (willkürlich als die zweite Hauptfläche bezeichnet) des mehrschichtigen optischen Filmkörpers anhaftet, bestehen kann. In einem vorangegangenen Schritt, der nicht dargestellt ist, wurde der zweite Liner an der zweiten Hauptfläche des mehrschichtigen optischen Filmkörpers angebracht, etwa durch elektrostatische Anziehung oder durch Verwendung einer geringen Menge eines Klebstoffes mit geringem Haftvermögen. Der Laminatfilm **204** wird um eine Umlenkrolle **206** herumgeführt, derart, dass der mehrschichtige optische Filmkörper mit der Rolle **206** Kontakt hat. Der Laminatfilm **204** läuft anschließend zwischen drehmomentgesteuerten Transportrollen **208**, **210** hindurch. Ein erster Liner **212** (z.B. Element **42** in Fig. 3) wird von einer Rolle **214**

angewickelt, von einer Umlenkrolle **216** in die unmittelbare Nähe des Laminatfilms **204** gebracht und an der aus dem mehrschichtigen optischen Filmkörper bestehenden Komponente des Laminatfilms **204** angebracht, indem die Filme in der Nähe eines herkömmlichen elektrostatischen Stabes **218** vorbeigeführt werden. Die elektrostatischen Kräfte, die durch den elektrostatischen Stab **218** hervorgerufen werden, erzeugen einen innigen Kontakt zwischen dem ersten Liner **212** und einer ersten Hauptfläche des mehrschichtigen optischen Films. Die Filmkombination **204**/**212** ("Bahn") läuft dann durch eine Laserstrahlungsstation **220**, wo Laserstrahlung von einem Lasersteuermodul **222** auf die Bahn gerichtet wird, um diskrete Stücke **224** des mehrschichtigen optischen Filmkörpers und des ersten Liners herzustellen, wie in Fig. 3 dargestellt. Ein flacher Tisch **226** ist mit einer wabenförmigen Anordnung von Löchern versehen, die mit einer Vakuumquelle **228** verbunden sind, um die Bahn während des Laserschneidens auf ihrer gesamten Breite (Richtung quer zur Bahn) und entlang eines erheblichen Teils ihrer Länge (Richtung entlang der Bahn) gleichmäßig flach zu halten. Das Lasermodul **222** weist eine Strahlform- und Strahllenkungsoptik und Steuerelemente auf, welche ein programmiertes Muster von Schnittlinien (die Schmelzzonen enthalten) jeweils mit vorgegebenen Leistungseinstellungen schneiden können, während sich die Bahn mit einer konstanten Geschwindigkeit bewegt. Stattdessen kann auch die Bewegung der Bahn gestoppt werden, während das Lasermodul **222** ein erstes Muster von Schnittlinien schneidet, wonach sich die Bahn weiterbewegt und erneut stoppt, um dem Lasermodul zu ermöglichen, ein zweites Muster von Schnittlinien zu schneiden, und so weiter, nach einem Verfahren vom Typ "Step and Repeat" (versetzen und wiederholen). Vorzugsweise weist die Laserstrahlungsstation **220** eine Abzugshaube **230** auf, die so gestaltet ist, dass sie für einen starken Luftstrom über die Bahn in einer gegebenen Richtung sorgt. Der Luftstrom hilft, die optische Verzerrung aufgrund der Rauchfahne und der Restpartikel, welche am Punkt des Laserschneidens erzeugt werden, zu verringern. Vorzugsweise bewegt während des Schneidens die Strahllenkungsoptik im Lasermodul **222** den Punkt des Laserschnittes auf der Bahn in Richtungen, welche im Wesentlichen keine zur Richtung des Luftstroms parallele Komponente aufweisen, um eine Verzerrung durch die Rauchfahne zusätzlich vermeiden zu helfen.

[0047] Unmittelbar nachdem die Bahn, die nunmehr teilweise zerschnitten ist, so dass Stücke **224** definiert sind, aus der Laserstrahlungsstation **220** austritt, läuft sie in der Nähe eines herkömmlichen Neutralisationsstabes **232** vorbei. Der Neutralisationsstab beseitigt oder verringert wenigstens die elektrostatische Anziehung zwischen den Stücken des mehrschichtigen optischen Filmkörpers des Laminatfilms **204** und den Stücken des ersten Liners **212**. Nachdem die Bindung zwischen den entsprechenden Stücken somit abgeschwächt wurde, wird ein Klebeband **234** von einer Rolle **236** abgewickelt und zwischen einem Paar von Transportrollen **233**, **235** hindurchgeführt, wobei die mit Klebstoff bedeckte Seite des Bandes **234** gegen die nicht zusammenhängenden Stücke **224a** des ersten Liners gepresst werden. Da eine Aufnahmerolle **238** das Band **234** in eine Richtung zieht und eine andere Aufnahmerolle **240** die Bahn in eine andere Richtung zieht, löst das Band **234** die mit Restpartikeln überzogenen Stücke **224a** des ersten Liners von den nunmehr einwandfreien Stücken **224b** des mehrschichtigen optischen Filmkörpers ab und transportiert sie weg. Die Bahn wird anschließend mit einem mit Silikon beschichteten PET-Liner **242** locker aufgewickelt, zum zeitweiligen Schutz während der Lagerung und Handhabung. In einem späteren Schritt kann der zweite Liner über eine scharfe Biegung oder einen Radius geführt werden, um die lose gehaltenen Stücke **224b** des mehrschichtigen optischen Filmkörpers auch von dem zweiten Liner vollständig zu trennen.

[0048] Die Transportrollen **233**, **235** können mit einer konstanten Drehzahl angetrieben werden, so dass sie als die Geschwindigkeitsschleife für die Rolle-zu-Rolle-Anlage **200** wirken. In Abhängigkeit von Anzahl, Dichte, Ausrichtung und Typ der Schnittlinien, die von dem Lasermodul **222** herzustellen sind, kann die Bahn (d.h. die Filmkombination **204**/**212**) an der Laserstrahlungsstation **220** stark geschwächt werden. Um einen Bahnriss zu verhindern, kann es wünschenswert sein, der Bahn zusätzliche Festigkeit zu verleihen, indem wenigstens ein Streifen der Bahn, und vorzugsweise je ein Streifen auf jeder Seite der Bahn, zusammenhängend und ungeschnitten belassen wird. Solche zusammenhängenden Streifen, die hier als "Weed" bezeichnet werden, können unmittelbar nach den Transportrollen **233**, **235** als Abfall ausgesondert werden, wie mit dem Bezugszeichen **244** dargestellt.

[0049] Fig. 8 zeigt eine Draufsicht einer Bahn **250**, die einen zwischen einem ersten und einem zweiten Liner angeordneten polymeren mehrschichtigen optischen Filmkörper aufweist, an der Laserstrahlungsstation **220** (siehe Fig. 7). Die Bahn **250** bewegt sich in einer Richtung **252**. Ein Luftstrom wird durch eine Abzugshaube **230** so eingestellt, dass für einen Luftstrom in einer Richtung **254** quer zur Bahn gesorgt wird. Die Bahn **250** ist in einen mittleren Arbeitsabschnitt **250a** und Weed-Abschnitte **250b** unterteilt, wobei die letzteren Abschnitte vom Arbeitsabschnitt **250a** durch Schnittlinien **256** getrennt sind. Eine gewisse Verstärkung der Bahn kann erzielt werden, wenn die Schnittlinien **256** Linien durchgehender Schnitte sind, jedoch eine zusätzliche Verstärkung kann erzielt werden, wenn sie Kiss-Cut-Linien sind, da der untere Liner **44** in diesem Falle zwischen dem Arbeitsabschnitt **250a** und den Weed-Abschnitten **250b** unversehrt wäre. Zusätzliche Schnittlinien – vorzugs-

weise Kiss-Cut-Linien – definieren repräsentative Formen **258**, **260** für zu schneidende Stücke. Um dazu beizutragen, eine Verzerrung aufgrund der Rauchfahne und des verdampften Materials zu verringern, kann das Lasermodul **222** so programmiert werden, dass der Punkt des Laserschneidens wie dargestellt in bevorzugte Richtungen **258a**, **260a**–b bewegt wird, welche zur Richtung **254** des Luftstroms antiparallel sind oder welche Komponenten aufweisen, die dazu antiparallel sind.

[0050] Optional kann die Bahn **250** zwei verschiedene Weed-Abschnitte auf jeder Seite der Bahn aufweisen, d.h. einen linken äußeren Weed-Abschnitt entlang der linken Seite von Fig. 8 und einen rechten äußeren Weed-Abschnitt entlang der rechten Seite von Fig. 8. Ein zusätzlicher durchgehender Schnitt, der mittels des Lasermoduls **222** ausgeführt wird, trennt diese äußeren Weed-Abschnitte von den Weed-Abschnitten **250b**, wobei die letzteren als innere Weed-Abschnitte bezeichnet werden können und wobei für diese dann Kiss-Cut-Linien in **256** verwendet würden. Die äußeren Weed-Abschnitte können, falls vorhanden, unmittelbar nach der Laserschneidstation **220** von den inneren Weed-Abschnitten abgetrennt und gesammelt wen abgetrennt und gesammelt werden. Solche äußeren Weed-Abschnitte tragen dazu bei, einen sauberen gleichmäßigen Rand für das rollenförmige Endprodukt zu gewährleisten. Währenddessen bewegen sich die inneren Weed-Abschnitte mit der restlichen Bahn zwischen den Transportrollen **233**, **235** hindurch, wie oben beschrieben.

Beispiel

[0051] Ein polymerer mehrschichtiger Interferenzfilm wurde hergestellt, indem abwechselnde Schichten eines niedrigschmelzenden coPEN, das aus einem 90/10 Copolymer von Polyethylennaphthalat (PEN)/Polyethylenterephthalat (PET) bestand, und von Polymethylmethacrylat (PMMA) bei etwa 277°C coextrudiert wurden, so dass ein Extrudat mit 224 einzelnen Schichten hergestellt wurde, die zwischen zwei äußeren Mantelschichten angeordnet waren, die aus dem niedrigschmelzenden coPEN bestanden. Diese Schichten definierten ein optisches Paket, das im Wesentlichen aus 112 Einheitszellen mit einem annähernd linearen Dickengradienten entlang einer zu dem Stapel senkrechten Achse bestand. Die dickste Einheitszelle, die sich auf einer Seite des Paketes befand, war ungefähr 1,3 mal dicker als die dünnste Einheitszelle, die sich auf der anderen Seite des Paketes befand. Das optische Paket wurde asymmetrisch vervielfacht, was eine mehrschichtige optische Filmkonstruktion ergab, die 448 einzelne Schichten mit äußeren Mantelschichten und einer inneren polymeren Grenzschicht (Polymer Boundary Layer, PBL) zwischen den Pakete aufwies. Die Schichtvervielfachung wurde so durchgeführt, dass eines der optischen Pakete eine Gesamtdicke aufwies, die etwa das 1,3-fache von der des anderen Paketes betrug. Das Extrudat wurde auf einer Kühlwalze gekühlt, um eine mehrschichtige Gießfolie herzustellen. Die Gießfolie wurde nacheinander in der Maschinenrichtung (MD) und der Querrichtung (TD) unter Anwendung von Streckverhältnissen von 3,4:1 bzw. 3,4:1 gedehnt, womit ein fertiger Film hergestellt wurde, der Brechungsindizes in der Ebene (n_{1x}, n_{1y}) und einen Brechungsindex aus der Ebene hinaus (n_{1z}) von etwa 1,744, 1,720 bzw. 1,508 in den coPEN-Schichten und Brechungsindizes in der Ebene (n_{2x}, n_{2y}) und einen Brechungsindex aus der Ebene hinaus (n_{2z}) von etwa 1,495, 1,495 bzw. 1,495 in den PMMA-Schichten aufwies. Alle Indizes wurden mit einer Metricon Vorrichtung zur Oberflächenwellen-Charakterisierung bei 550 nm gemessen. Der fertige Film umfasste zwei optische Pakete, von denen jedes eine 1/-Wellen-Konstruktion aufwies und jedes einen annähernd linearen Dickengradienten entlang einer zur Ebene des Films senkrechten Achse aufwies, was einen Bereich von reflektierten Wellenlängen innerhalb jedes optischen Paketes ergab. Die dickste Einheitszelle in dem fertigen Film hatte eine Dicke, die etwa das 1,8-fache der Dicke der dünnsten Einheitszelle in dem fertigen Film betrug, was einem Bereich von reflektierten Wellenlängen von ungefähr 665 nm bis 1220 nm entsprach. Die Mantelschichten an den Außenseiten der optischen Struktur bestanden aus niedrigschmelzendem coPEN mit einer ungefähren Dicke von 11 µm (0,43 Milli-Inch). Die Gesamtdicke des Films betrug etwa 90 µm (3,7 Milli-Inch).

[0052] Zwei im Wesentlichen identische Rollen eines nehrschichtigen Films, der wie oben beschrieben hergestellt wurde, wurden aufgrund ihrer optischen Eigenschaften ausgewählt und wurden einer Coronabehandlung unterzogen, um das Haftvermögen zu verbessern. Einer der coronabehandelten Filme wurde mit einer ungefähr 122 µm (5 Milli-Inch) dicken Schicht eines UV-initiierten Klebstoffes überzogen und mit UV-Licht bestrahlt, um den Aushärtungsprozess des Klebstoffes zu aktivieren. Der Klebstoff, der durch einen Schmelzextrusionsprozess hergestellt wurde, war ein homogenes Gemisch aus einer thermoplastischen Komponente (Ethylenvinylacetat), einer Komponente aus härtbaren Harzen (Mischung von Epoxid und Polyol) und einer Fotoinitiator-Komponente (einem Triarylsulfonium-Hexafluoroantimonat-Salz). Die zwei mehrschichtigen Filme wurden dann zusammen laminiert, und die Aushärtung des Laminatklebstoffes wurde durch eine Heißlagerung (Heat Soak) bei 25°C (80°F) von 10 Minuten Dauer beschleunigt. Der resultierende Filmkörper bestand aus zwei mehrschichtigen optischen Filmen mit einer dazwischen befindlichen Schicht aus klarem Klebstoff. Der Filmkörper hatte die Form einer Rolle und wies eine Dicke von ungefähr 12,4 Milli-Inch (300 µm), eine Breite

von etwa 4 Inch (100 mm) und eine Länge von mindestens etwa 50 Feet (deutlich über 10 Meter) auf.

[0053] Der so aufgebaute Filmkörper, oder das Interferenzelement, wies ein Reflexionsband im nahen Infrarot-Wellenlängenbereich und ein Durchlassband im sichtbaren Bereich für senkrecht einfallendes Licht auf. Der Transmissionsanteil betrug etwa 70% oder mehr von etwa 450–640 nm und war kleiner als 1% von etwa 700–1140 nm, und kleiner als 5% von 680–700 nm und von 1140–1160 nm.

[0054] Der zweite Liner war ein Papier mit hohem Elastizitätsmodul mit einer dünnen Schicht Polyethylen, die mit einem stark druckempfindlichen Klebstoff an ihm gehalten wurde. Die Papierdicke betrug etwa 2 Milli-Inch (50 µm), die Dicke der Polyethylenschicht betrug etwa 1 Milli-Inch (25 µm), und die Gesamtdicke des zweiten Liners betrug etwa 3 Milli-Inch (75 µm). Das mit Klebstoff beschichtete Papier wurde unter der Artikelnummer CT 1007 von TLC Industrial Tape, Harwood Heights, Illinois, bezogen. Die Polyethylenschicht wurde in einem kontinuierlichen Prozess unter Verwendung einer Transportrolle auf eine Hauptfläche des mehrschichtigen optischen Filmkörpers laminiert. In einem separaten Schritt wurde das mit Klebstoff beschichtete Papier auf die Polyethylenschicht laminiert. (Stattdessen kann auch die Polyethylenschicht einen Klebstoff mit geringem Haftvermögen auf der Seite aufweisen, die mit dem mehrschichtigen optischen Filmkörper in Kontakt kommt, und dieselbe Vorgehensweise angewendet werden.) Das Produkt wurde aufgewickelt und einige Tage gelagert.

[0055] Der erste Liner war ein Papier mit hohem Elastizitätsmodul mit einer Dicke von etwa 2 Milli-Inch (50 µm), und eine Seite war mit Silikon behandelt. Das Papier wurde von Litin Paper Company, Minneapolis, Minnesota, bezogen.

[0056] Diese Elemente wurden im Wesentlichen auf eine Art und Weise verarbeitet, wie sie in Fig. 7 dargestellt ist, um mehrere Streifen herzustellen, die im Wesentlichen wie in Fig. 5 dargestellt gestaltet waren, mit dem Unterschied, dass mehr Schnittlinien und Schmelzzonen vorgesehen waren, so dass acht aktive Fenster **67** statt vier definiert wurden, und mit den unten angegebenen Unterschieden. Die Streifen waren etwa 4,5 mm breit und etwa 69 mm lang, wobei die Länge in der Längsrichtung der Bahn ausgerichtet war und die Schmelzzonen in der Richtung quer zur Bahn ausgerichtet waren. (Stattdessen können die Streifen auch in der Richtung quer zur Bahn ausgerichtet sein.) Die Schmelzzonen, welche Perforationslinien begrenzten, wiesen Abstände von etwa 1,5 mm voneinander auf, und die Schmelzzonen, welche Fensterbereiche begrenzten, wiesen Abstände von etwa 5,5 mm voneinander auf. Die mit Silikon behandelte Seite des Papierliners (erster Liner **212**) wurde mit dem Laminatfilm **204** in Kontakt gebracht. Es wurde eine konstante Bahngeschwindigkeit von etwa 2 bis 3 ft/min (0,01 bis 0,015 m/s) angewendet. Die Bahn wurde in einem Abstand von nicht mehr als einem halben Inch (10 mm) an den elektrostatischen Stäben **218** vorbeigeführt, welche auf einen Einstellwert unmittelbar unter dem Punkt der Lichtbogenbildung eingeregelt wurden. Die Bahn wurde in einem ähnlichen Abstand an den Neutralisationsstäben **232** vorbeigeführt. An der Laserstrahlungsstation **220** wurde ein Laserbearbeitungs-Modul der Marke LaserSharp, Modell LPM300, verwendet. Der CO_2-Laser hatte eine Spotgröße von etwa 8 Milli-Inch (0,2 mm), und dies erzeugte Kiss-Cut-Linien und Linien durchgehender Schnitte von einer Breite von etwa 13–14 Milli-Inch (0,35 mm). Die folgenden Einstellungen wurden für die folgenden Typen von Schnittlinien verwendet:

Schnittlinie/Merkmal	Prozess-geschwindigkeit	Frequenz
Kiss-Cut (CW)	1100 mm/s	20 kHz
Kiss-Cut (DW)	875 mm/s	20 kHz
Perforationsschnitt (CW)	950 mm/s	2,2 kHz
Durchgehender Schnitt (DW)	600 mm/s	20 kHz
Schmelzzone (CW)	1800 mm/s	20 kHz

[0057] In dieser Tabelle bezeichnet "CW" eine Schnittlinie, welche sich in der Richtung quer zur Bahn (Cross Web) erstreckt, und "DW" bezeichnet eine Schnittlinie, welche sich in der Längsrichtung der Bahn (Down Web) erstreckt. Außerdem wurde die Leistung auf 100% eingestellt, die Einschaltdauer wurde auf 50% eingestellt und die Sprunggeschwindigkeit wurde auf 5000 mm/s eingestellt, für jedes der Merkmale. Die Einstellung für Kiss-Cut quer zur Bahn wurde verwendet, um die kürzeren Ränder **62b**, **62d** der Streifen (siehe Fig. 5) zu schneiden, die Einstellung für Kiss-Cut in Längsrichtung der Bahn wurde verwendet, um die längeren Ränder **62a**, **62c** der Streifen und die kreisförmigen Ränder **64a**, **64b** zu schneiden, die Einstellung für Perforation quer zur Bahn wurde für die Perforationen **66** verwendet, die Einstellung für durchgehenden Schnitt in Längsrichtung der Bahn wurde für die Schnittlinien verwendet, die den Arbeitsabschnitt von den Weed-Abschnitten tren-

nen (siehe Linien **256** in Fig. 8), und die Einstellung für Schmelzzone quer zur Bahn wurde für die Schmelzzonen **68** verwendet. Die Schmelzzoneneinstellung erzeugte Schmelzzonen, in welchen der obere mehrschichtige optische Film (d.h. der dem ersten Liner benachbarte mehrschichtige optische Film) zusammen mit dem ersten Liner vollständig verdampft wurde, während der untere mehrschichtige optische Film (der dem zweiten Liner benachbarte mehrschichtige optische Film) unversehrt war, jedoch eine erhebliche Verformung/Welligkeit der ihn bildenden Schichten aufwies.

[0058] Für die Weed-Abschnitte wurden zusammenhängende Bänder auf beiden Seiten der Bahn verwendet, wie in Fig. 8 dargestellt, mit dem Unterschied, dass auf jeder Seite des Arbeitsabschnitts ein innerer und ein äußerer Weed-Abschnitt gebildet wurden, wie oben beschrieben. Jeder innere Weed-Abschnitt wies eine Breite von etwa einem achtel Inch (etwa 3 mm) auf. Dies kann mit dem mittleren Arbeitsabschnitt der Bahn (siehe Fig. 8) verglichen werden, welcher eine Breite von etwa 3–3,5 Inch (etwa 75 bis 90 mm) aufweist. Die äußeren Weed-Abschnitte waren etwa einen halben Inch (etwa 10 mm) breit. Die äußeren Weed-Abschnitte wurden zwischen der Laserstrahlungsstation **220** und dem Neutralisationsstab **232** vom Rest der Bahn abgetrennt und gesammelt. In Richtung der Bahnbewegung nach der Laserstrahlungsstation **220** wurde eine Rolle eines einseitigen Klebebandes mit einer Breite, die etwa gleich der des mittleren Arbeitsabschnitts der Bahn war, in einer kontinuierlichen Weise als Band **234** verwendet. Das Band war ein herkömmliches Maler-Abklebeband 3M™. Die inneren Weed-Abschnitte wurden von dem zweiten Liner unmittelbar nach den Transportrollen **233**, **235** abgetrennt und zusammen mit dem Band und Stücken des ersten Liners auf eine Rolle **238** aufgewickelt. Die einzelnen Stücke (Streifen) des mehrschichtigen optischen Filmkörpers ließen sich leicht von Hand von dem zweiten Liner entfernen. Bei einer Inspektion wiesen die Stücke im Wesentlichen keine Delamination entlang der lasergeschnittenen Ränder auf. Noch kleinere Stücke wurden erhalten, indem von Hand eine mäßige Zugkraft ausgeübt wurde, um Risse entlang der Perforationslinien zu erzeugen. Eine Prüfung der so geschnittenen Ränder zeigte eine Delamination entlang der Ränder, doch die Delamination erstreckte sich nicht über die Schmelzzonen **68** hinweg.

[0059] Verschiedene Modifikationen und Abwandlungen dieser Erfindung sind für Fachleute offensichtlich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen, und selbstverständlich ist diese Erfindung nicht auf die hier dargelegten beispielhaften Ausführungsformen beschränkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Stückes eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers (**20**, **30**, **40**, **60**), der einen mehrschichtigen optischen Film aufweist, wobei das Verfahren aufweist:
Bereitstellen eines mehrschichtigen optischen Filmkörpers (**20**, **30**, **40**, **60**), wobei der mehrschichtige optische Filmkörper (**20**, **30**, **40**, **60**) Mikroschichten (**22**, **24**) aufweist, die unterschiedliche Brechungsindex-Merkmale aufweisen, um Licht an den Grenzflächen zwischen benachbarten Mikroschichten (**22**, **24**) zu reflektieren, wobei die Mikroschichten (**22**, **24**) ausreichend dünn sind, so dass Licht, das an mehreren der Grenzflächen reflektiert wird, einer konstruktiven oder destruktiven Interferenz unterliegt, um dem Filmkörper die gewünschten reflexiven oder transmissiven Eigenschaften zu verleihen;
Richten von Laserstrahlung auf den mehrschichtigen optischen Filmkörper (**20**, **30**, **40**, **60**), um eine Schmelzzone (**68**) zu bilden, welche sich zwischen einem ersten und einem zweiten Abschnitt des mehrschichtigen optischen Filmkörpers (**20**, **30**, **40**, **60**) erstreckt, derart, dass die Mikroschichten (**22**, **24**) in der Schmelzzone (**68**) durch die Laserstrahlung verformt werden, so dass verhindert wird, dass sich eine Delamination des mehrschichtigen optischen Filmkörpers (**20**, **30**, **40**, **60**) von dem ersten Abschnitt zum zweiten Abschnitt ausbreitet; und
Trennen des mehrschichtigen optischen Filmkörpers (**20**, **30**, **40**, **60**) in dem ersten Abschnitt, um einen Rand in der Nähe der Schmelzzone (**68**) zu bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei vor dem Schritt des Richtens wenigstens ein erster Liner (**42**) entfernbar an dem mehrschichtigen optischen Filmkörper (**20**, **30**, **40**, **60**) angebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Laserstrahlung durch den ersten Liner (**42**) hindurch auf den mehrschichtigen optischen Filmkörper (**20**, **30**, **40**, **60**) gerichtet wird und wobei der erste Liner (**42**) nach dem Schritt des Richtens von dem mehrschichtigen optischen Filmkörper (**20**, **30**, **40**, **60**) entfernt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, welches ferner des Bilden von Löchern aufweist, die eine Perforationslinie in dem ersten Abschnitt definieren.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Trennens eine Delamination des mehrschichtigen op-

tischen Filmkörpers (**20**, **30**, **40**, **60**) in dem ersten Abschnitt hervorruft.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Trennens nach dem Schritt des Richtens ausgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei durch den Schritt des Richtens mehrere verschiedene Schmelzzonen (**68**) gebildet werden und wobei durch den Schritt des Trennens der mehrschichtige optische Filmkörper (**20**, **30**, **40**, **60**) zwischen Paaren von Schmelzzonen (**68**) getrennt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der mehrschichtige optische Filmkörper (**20**, **30**, **40**, **60**) im sichtbaren Bereich reflektierend ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der mehrschichtige optische Filmkörper (**20**, **30**, **40**, **60**) im nahen Infrarotbereich reflektierend ist.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der mehrschichtige optische Filmkörper (**20**, **30**, **40**, **60**) ein Reflexionsband im nahen Infrarotbereich und ein Durchlassband im sichtbaren Bereich aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Laserstrahlung im Infrarotbereich liegt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

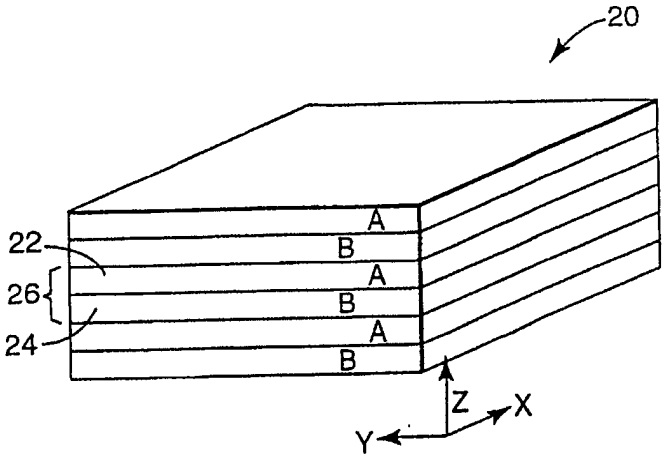

FIG. 1

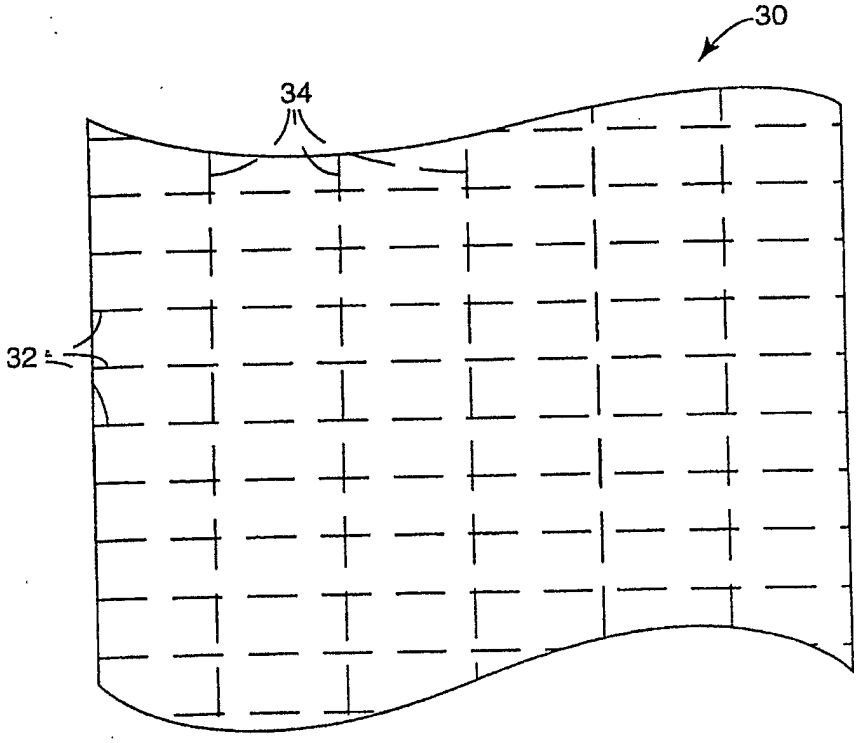

FIG. 2

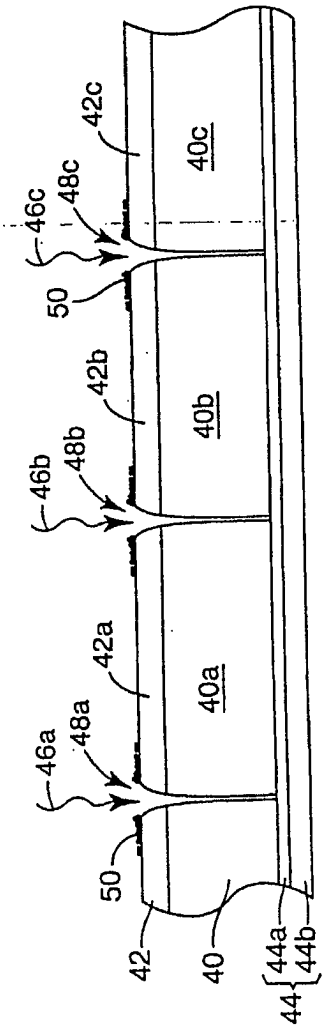
40c
40b
40a
42c
42b
42a
46c
48c
46b
48b
46a
48a
50
42
40
44
44a
44b

FIG. 3

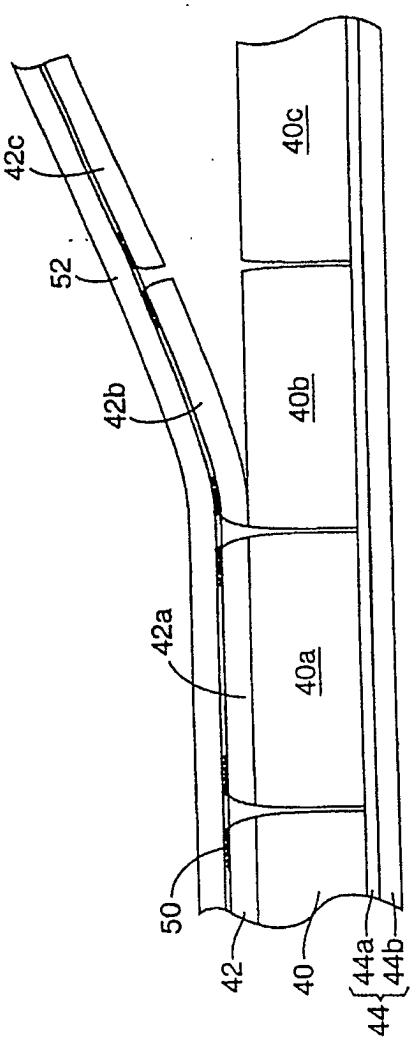
40c
40b
40a
42c
52
42b
42a
50
42
40
44
44a
44b

FIG. 4

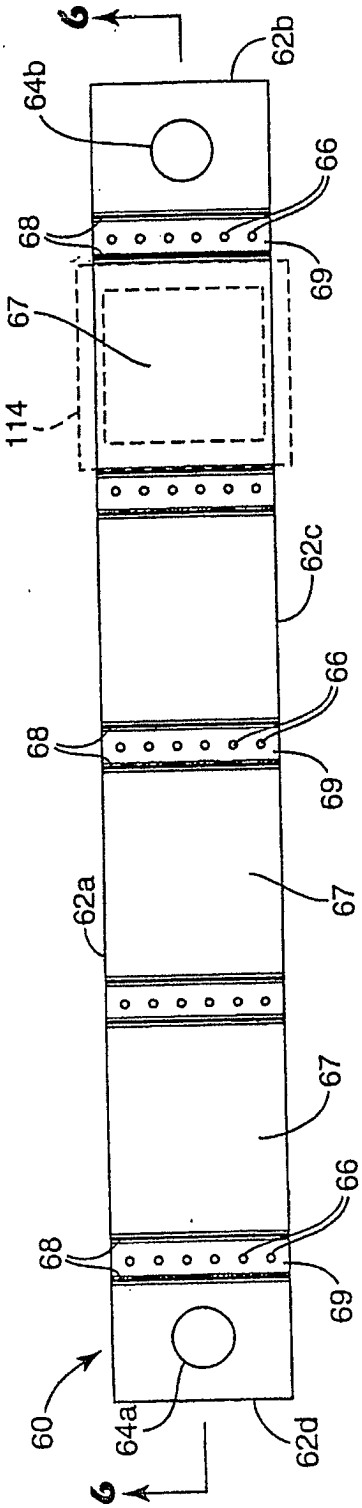
6
62b
64b
66
68
69
67
114
62c
66
68
69
62a
67
67
66
68
69
60
64a
62d
6

FIG. 5

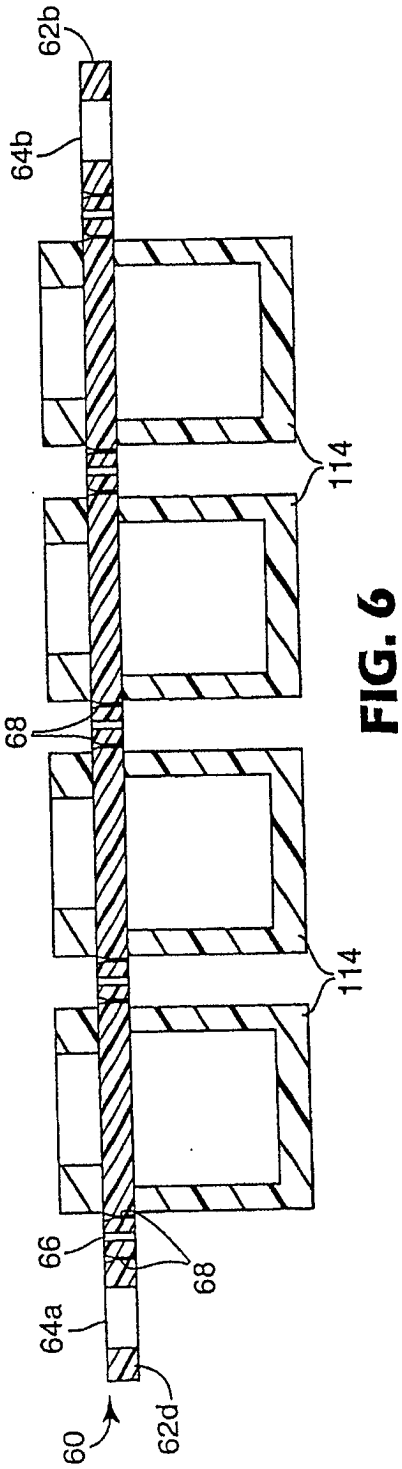
62b
64b
114
114
68
66
68
64a
60
62d

FIG. 6

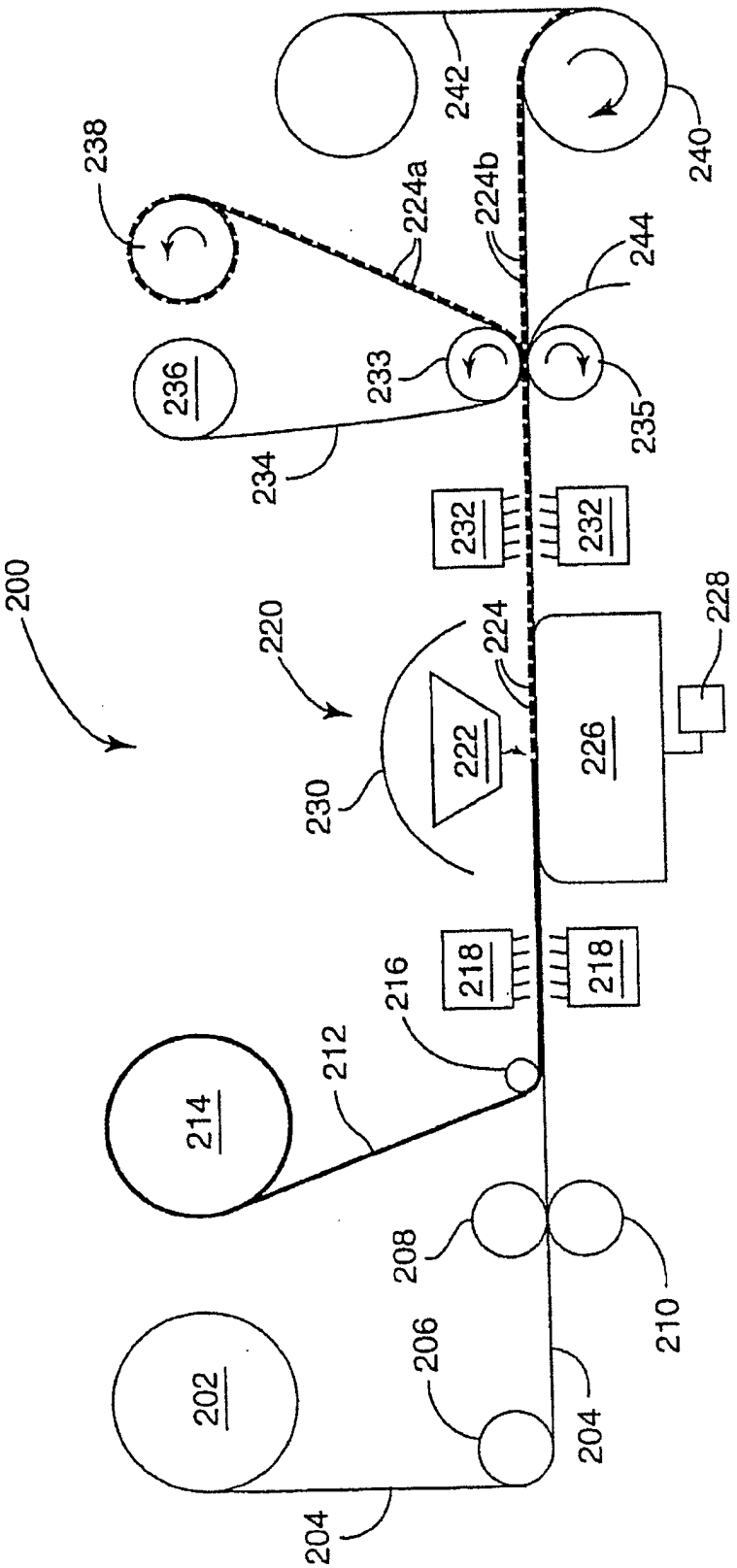
200
202
204
206
208
210
212
214
216
218
220
222
224
226
228
230
232
233
234
235
236
238
240
242
244
224a
224b

FIG. 7

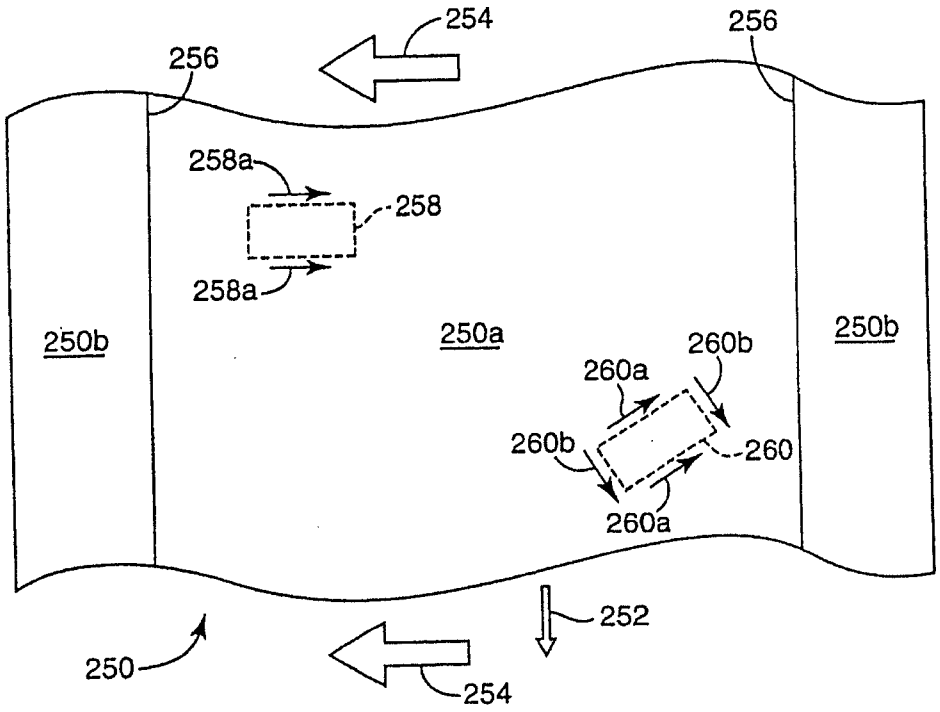
254
256
256
258a
258
258a
250b
250a
250b
260b
260a
260b
260
260a
252
250
254

FIG. 8