



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 699 12 653 T2 2004.10.07

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 258 277 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 699 12 653.3

(96) Europäisches Aktenzeichen: 02 018 932.0

(96) Europäischer Anmeldetag: 11.05.1999

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 20.11.2002

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 05.11.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 07.10.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: B01D 39/16

A47L 9/14

(30) Unionspriorität:

85032 P	11.05.1998	US
96039 P	11.08.1998	US
106143 P	29.10.1998	US
306883	07.05.1999	US
306880	07.05.1999	US

(74) Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
Schwanhäusser, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE

(72) Erfinder:

Schultink, Bas, 3900 Overpelt, BE; Schultink, Jan,  
3941 Eksel, BE

(73) Patentinhaber:

Airflo Europe N.V., Overpelt, BE

(54) Bezeichnung: Staubfilterbeutel für einen Staubsauger

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 eingereicht, 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] Diese Erfindung betrifft eine neue Wegwerf- bzw. Einwegstaubsaugerbeutel-Zusammensetzung, die bestehenden Staubsaugerbeutelkonstruktionen in Sachen Staubfassungsvermögen bzw. Staubhaltekapazität, minimaler Zunahme an Druckabfall mit Staubbeladung und Leichtigkeit der Beutelherstellung und Formbeibehaltung beträchtlich überlegen ist, während Filtrationseffizienzwerte erzielt werden, die höchst vorteilhaft verglichen mit besten käuflich erhältlichen Beuteln sind.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0002] In den letzten Jahren hat eine Anzahl von Unternehmen Rohmaterialien und Komponenten für Staubsaugerbeutel entwickelt, um die älteren einschichtigen Papierbeutel und die bekannten doppelagigen Beutel, die ein stromabwärts angeordnetes Filterpapier und ein stromaufwärts angeordnetes Tissue-Papier aufweisen, durch Beutel zu ersetzen, die stromaufwärts angeordnete Schichten entweder aus nassgelegten Tissues oder Faservliesen, wie ultrafeine Meltblown(MB)-Vliese aufweisen, die hier gelegentlich als "Filtrationsgrad-MB-Vlies" bezeichnet werden. Einige Hersteller von Staubsaugern haben sogar beutelfreie Staubsauger vermarktet, um die Beutelkosten zu vermeiden. Diese Art von Staubsauger weist jedoch eine geringere Saugkraft auf und das Fach, das den Staub hält, muss von Hand geleert werden, und dies annuliert größtenteils seine Vorteile, indem der Arbeiter und die Umgebung dem konzentrierten Staub ausgesetzt werden. Trotzdem hat der beutelfreie Staubsauger die Hersteller veranlasst, die gesamte Wirksamkeit von Beuteln zu verbessern. Zusätzlich wurden faserige Komponenten, die ungeordnet in drei Dimensionen mittels Trockenlege- und Nasslegetechniken abgelegt werden, entwickelt, um eine geringe Dichte und hohes Volumen für neue Filter mit größerer Luftdurchlässigkeit und Partikelfassungsvermögen bzw. Partikelhaltekapazität bereitzustellen.

[0003] Der Stand der Technik hat sich mit dem Problem beschäftigt, einen Staubsaugerbeutel mit verbesserter Filtrationsleistung bzw. Filtrationseffizienz bereitzustellen. Das US-Patent Nr. 5,080,702, Home Care Industries, Inc., offenbart einen containerartigen Einwegfilterbeutel, der einen Aufbau von nebeneinander angeordneten Lagen umfasst, nämlich eine innere und eine äußere Lage eines luftdurchlässigen Materials. Das US-Patent Nr. 5,647,881 (EPO 0 822 775 B1) offenbart eine dreischichtige Zusammensetzung aus einer äußeren Trägerschicht, einer mittleren geladenen Faserfilterschicht mit bestimmten Eigenschaften und einer inneren Diffusionsschicht, die bis auf an wenigstens einem Saum mit der Faserfilterschicht nicht verbunden ist. Die Diffusionsschicht ist beschrieben als den Filterbeutel in ihrer Hauptfunktion mit Stoßbelastungswiderstand bzw. -festigkeit zu versehen. EPO 0 338 479 (Gessner) offenbart einen Staubfilterbeutel mit einer fibrillierten vliestedeckten äußeren Schicht aus Filterpapier. Die fibrillierte Filtrationsgrad-Vliesschicht ist stromaufwärts des Filterpapiers angeordnet, das in Form eines Standardfilterpapiers vorgesehen ist.

[0004] Die WO 97/30772 offenbart einen mehrschichtigen Filterbeutel aus einer Zusammensetzung von zwei Papierschichten als Grobfilter (innen), einer Meltblownschicht als Feinfilter und einer Spunbondschicht als Trägerschicht (außen).

[0005] Bei dem Staubsaugerbeutel der Erfindung ist die Hauptfunktion der inneren Schicht eine hohe Staubhaltekapazität bzw. ein hohes Staubfassungsvermögen.

[0006] Mit dem Aufkommen von elektrostatisch geladenen MB-Vliesen wurde es möglich, Beutelschichtstoffe mit Filtrationsleistungen der Größenordnung von 99,8–99,9% bezüglich feinem Staub bei mittlerem Luftstrom herzustellen. Herkömmliche MB-Vliese sind jedoch im Wesentlichen flache Filter. Folglich laden sich Filterstrukturen, die MB-Vliese verwenden, schnell mit Staub auf, verringern den Luftsog und verlieren weitere Staubaufnahmefähigkeit durch den Staubsauger. Heutzutage haben Standard-Staubsaugerbeutel eine Luftdurchlässigkeit von 200 bis 400 l/(m<sup>2</sup> s). Es ist erwünscht, eine Kombination von Papierarten und anderen Lagen, inklusive MB-Lagen, zu haben, die eine hohe Effizienz bzw. Leistung von bis zu 99,9% ergeben und auch einen hohen Fluss bzw. Strom mit minimaler Zunahme des Druckgradienten zu ermöglichen, wie er mit dem DIN 44956-2-Test gemessen wird.

[0007] Ein erstes Ziel dieser Erfindung besteht darin, eine neue Staubsaugerbeutel-Zusammensetzung bereitzustellen, die eine extrem hohe Filtrationsleistung bezüglich feinem Staub und maximale Leistung eines Staubsaugers im Hinblick auf einen kontinuierlichen hohen Sog zum Aufnehmen von Staub ohne nennenswerte Zunahme eines Druckabfalls aufweisen, bis der Beutel gefüllt ist.

[0008] Ein zweites Ziel dieser Erfindung besteht darin, einen Beutel mit einer Zusammensetzung bereitzustellen, so dass er die zur Herstellung und zum Formen auf herkömmlichen Staubsaugerbeutel-Herstellungsvorrichtungen nötige Steifheit aufweist.

[0009] Ein drittes Ziel dieser Erfindung besteht darin, ein Staubsaugerbeutelmedium herzustellen, das aufgrund seiner exzellenten Filtrationsleistung und überlegenen, nichtblockierenden, hohen Luftstromleistung am besten für den neuen europäischen Trend zu kleinen Staubsaugern, natürlich mit kleineren Staubsaugerbeu-

teln geeignet ist.

[0010] Diese und andere Ziele des Erfinders werden dem Fachmann auch durch die folgende Offenbarung offenbart.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die obigen Ziele werden durch einen Filter zum Entfernen von Partikeln gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0012] Insbesondere wird eine zusammengesetzte Struktur für einen Staubsaugerbeutel mit verbesserter Wirksamkeit bereitgestellt, umfassend eine Mehrzweck-Filtrationsschicht, hier gelegentlich auch als Papier oder Schicht mit "hoher Staubhaltekapazität", als "Grob" oder "Kapazitäts-"Papier oder -Schicht bezeichnet, die stromaufwärts einer zweiten Filtrationsschicht in Richtung des Luftstroms angeordnet ist, die aus (a) einem naßgelegten Filterpapier mit einem Flächengewicht von etwa 30–100 g/m<sup>2</sup> und einer Luftdurchlässigkeit von etwa 100–3000 l/(m<sup>2</sup> × s) und (b) einem thermisch gebondeten Spunbond-Nonwoven mit einem Flächengewicht von etwa 10–100 g/m<sup>2</sup> und einer Luftdurchlässigkeit von etwa 500–10000 l/(m<sup>2</sup> × s), und vorzugsweise 2000–6000 l/(m<sup>2</sup> × s), ausgewählt ist.

[0013] Ein bevorzugtes Beispiel ist ein thermisch gebondetes, trockengelegtes Hochstaubkapazitätspapier, umfassend eine Mischung aus Fluff-Pulp, Bikomponentenfasern (zum thermischen Bonden) und elektrostatisch geladenen Splitfilmfasern. Im Wesentlichen umfasst in einem Aspekt die neue zusammengesetzte Staubsaugerbeutelstruktur mit verbesserter Wirksamkeit ein Anordnen eines nass- oder trockengelegten Kapazitäts-papiers mit einer Luftdurchlässigkeit von bis zu etwa 8000 l/(m<sup>2</sup> s) vor einem nassgelegten Filterpapier mit einer Luftdurchlässigkeit von bis zu etwa 3000 l/(m<sup>2</sup> s).

[0014] In einem weiteren Aspekt stellt diese Erfindung ein optionales Aufnehmen einer Meltblown-Vlies-Zwischenschicht mit einem Flächengewicht von etwa 10–50 g/m<sup>2</sup> und einer Luftdurchlässigkeit von etwa 100–1500 l/(m<sup>2</sup> s) bereit, die zwischen der Mehrzweckfiltrationsschicht und der zweiten Filtrationsschicht angeordnet ist. In einer Variante kann die optionale Meltblown-Vlies-Zwischenschicht elektrostatisch geladen sein.

[0015] Ein Scrim von typischerweise etwa 13 g/m<sup>2</sup> Flächengewicht kann auf einer oder beiden Seiten des Paars aus Mehrzweckfiltrationsschicht und zweiter Filtrationsschicht für einen verbesserten Abrasionswiderstand bzw. eine verbesserte Abriebfestigkeit und eine leichte Beutelherstellung angeordnet sein. Vorzugsweise ist das Scrim als äußerste stromaufwärts angeordnete Schicht der Struktur angeordnet. Auch können einige oder alle Schichten in den neuen verbesserten Leistungsbeutelkonstruktionen mittels Schmelzklebstoffen („hot melt“), Klebern oder mittels thermischen oder Ultraschall-Bondens oder mittels einer Kombination dieser Verbindeverfahren aneinander haften.

[0016] Ein Staubsaugerbeutel, der die zusammengesetzte Struktur mit verbesserter Wirksamkeit dieser Erfindung verwendet, weist, wie herausgefunden wurde, eine im Vergleich mit anderen Staubsaugerbeutelstrukturen günstige Filtrationsleistung auf. Die Strukturen mit verbesserter Wirksamkeit weisen allgemein eine bessere Leistung als eine 95%-Leistung gemäß dem DIN 44956-2-Test auf und können typischerweise zwei- oder dreimal mehr DIN-Staubladezyklen als vergleichbare Beutelkonstruktionen durchmachen. Sie weisen auch bis zu dem Fünffachen der DIN-Ladezyklen auf verglichen mit herkömmlichen Beutelkonstruktionen, die entweder durch ein Scrim vor nassgelegtem Standardpapier oder durch ein MB-Filtervlies vor einem nassgelegten Standardpapier charakterisiert sind. Mit der optionalen, elektrostatisch geladenen MB-Zwischenschicht haben die neuen Konstruktionen eine bessere hohe Feinstaubfiltrationsleistung bezüglich 0.1–0.3 µm NaCl-Partikel.

[0017] Vliese mit hohem Filtrationsgrad wie elektrostatisch geladene MB-, modulare Spunbond- und Mikrodenier-Medien können auch in die neuen Konstruktionen dieser Erfindung aufgenommen werden.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] **Fig. 1** ist ein schematischer Querschnitt einer traditionellen Staubsaugerbeutelkonstruktion.

[0019] **Fig. 2** ist ein schematischer Querschnitt einer anderen Staubsaugerbeutelkonstruktion.

[0020] **Fig. 3** ist ein schematischer Querschnitt eines Ausführungsbeispiels einer Beutelstruktur mit verbesselter Wirksamkeit mit einer Meltblown-Zwischenschicht gemäß dieser Erfindung.

[0021] **Fig. 4** ist ein schematischer Querschnitt eines anderen Ausführungsbeispiels einer Beutelstruktur mit verbesserter Wirksamkeit mit einer latex-gebondeten, trockengelegten Fluff-Pulp-Faser-Mehrzweck-Filtrationsschicht mit hoher Staubkapazität stromaufwärts einer nassgelegten zweiten Papierfiltrationsschicht gemäß dieser Erfindung.

[0022] **Fig. 5** ist ein schematischer Querschnitt eines anderen Ausführungsbeispiels einer Beutelstruktur mit verbesserter Wirksamkeit mit einer thermisch gebondeten, trockengelegten Fluff-Pulp-Faser-Mehrzweck-Filtrationsschicht mit hoher Staubkapazität stromaufwärts einer nassgelegten zweiten Papierfiltrationsschicht gemäß dieser Erfindung

[0023] **Fig. 6** ist Graph des Druckabfalls über ausgewählte Staubsaugerbeutelstrukturen gegen die Fein-

staubbeladung.

[0024] **Fig. 7A–7P** sind schematische Querschnitte ausgewählter Ausführungsbeispiele von Beutelstrukturen mit verbesserter Wirksamkeit dieser Erfindung, in denen eine nassgelegte Papierschicht die am weitesten stromabwärts angeordnete Schicht ist.

[0025] **Fig. 8Q–8AF** sind schematische Querschnitte ausgewählter Ausführungsbeispiele von Beutelstrukturen mit verbesserter Wirksamkeit dieser Erfindung, in denen ein Spunbond-Vlies die am weitesten stromabwärts angeordnete Schicht ist.

[0026] **Fig. 9AG–9BL** sind schematische Querschnitte ausgewählter Ausführungsbeispiele von Beutelstrukturen mit verbesserter Wirksamkeit dieser Erfindung, in denen benachbarte Schichten mit einem Schmelzklebstoff gebondet sind.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0027] Die Filterstrukturen dieser Erfindung sind für Staubsaugerbeutel und allgemein für Vakuumfilter bzw. Saugfilter vorgesehen. Mit "Vakuumfilter" ist eine Filterstruktur gemeint, die betrieben werden soll, indem ein Gas, vorzugsweise Luft, das üblicherweise trockene, feste Partikel mit sich führt, die Struktur durchfließt bzw. durch die Struktur hindurchgeführt wird. In dieser Anmeldung wurde die Konvention übernommen, sich auf die Seiten und Schichten der Struktur in Relation zu der Richtung des Luftstroms zu beziehen. Das heißt z. B., dass die Filtereinlassseite "stromaufwärts" und die Filterausflusseite bzw. Filterentladeseite "stromabwärts" ist. Gelegentlich werden hier die Begriffe "vor" und "hinter" verwendet, um die relativen Positionen von Strukturschichten als stromaufwärts und stromabwärts zu bezeichnen. Natürlich gibt es einen Druckgradienten über den Filter während der Filtration, der manchmal als "Druckabfall" bezeichnet wird. Staubsauger verwenden üblicherweise Filtern in Beutelform. Normalerweise ist die Stromaufwärtsseite eines Staubsaugerbeutels die Innenseite und die Stromabwärtsseite ist außen.

DIN 44956-2

[0028] DIN 44956-2 wurde verwendet, um die Zunahme an Druckabfall von fünf unterschiedlichen Beispielen von Staubsaugerbeutelkonstruktionen nach Staubbeladung mit Feinstaub bei den folgenden Graden zu bestimmen: 0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 und 2,5 Gramm.

### Luftdurchlässigkeit nach Feinstaubbeladungstest

[0029] Der Staubbeladungsteil von DIN 44956-2 wurde mit 0,5 Gramm Schritten von 0 bis 2,5 g/m<sup>2</sup>/s für 7 Beutel jeder Probe durchgeführt. Die Druckabfallwerte wurden jedoch nicht nochmals aufgezeichnet. Die maximalen andauernden Luftdurchlässigkeitswerte wurden dann bei den Beuteln bestimmt, welche die bestimmten Staubbeladungsgrade aufwiesen.

[0030] Papierarten, auf die in dieser Patentanmeldung Bezug genommen wird, werden im Folgenden ausführlicher beschrieben:

### Standard-Staubsaugerfilterbeutelpapier

[0031] Diese Art von Papier wurde traditionellerweise als eine einzelne Lage verwendet, bei der es Staubfiltration und -einschließung sowie die Festigkeit und den Abrasionswiderstand bereitstellt, wie es für einen Staubsaugerbeutel erforderlich ist. Dieses Papier ist auch fest genug, um eine einfache Herstellung auf einer Standardbeutelherstellungsvorrichtung zu ermöglichen. Dieses Papier setzt sich überwiegend aus ungebleichtem Wood Pulp mit 6–7% einer synthetischen Faser, wie Poly[ethylenterephthalat] (PET)-artiger Polyester, zusammen und wird durch das Nasslegeverfahren hergestellt. Das Standardpapier hat typischerweise ein Flächengewicht von etwa 30–80 g/m<sup>2</sup> und häufig etwa 50 g/m<sup>2</sup>. Die PET-Fasern haben typischerweise eine Feinheit von 1,7 dtex und Längen von 6–10 mm. Dieses Papier hat eine Luftdurchlässigkeit in dem Bereich von etwa 200–500 l/(m<sup>2</sup> s) und eine mittlere Porengröße von etwa 30 µm. Die Leistung, bestimmt nach dem DIN 44956-2-Test, beträgt jedoch nur etwa 86%. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Poren schnell mit Staub verstopfen, und die Staubhaltekapazität ist weiter durch die sehr dünne Papierdicke von nur etwa 0,20 mm eingeschränkt.

### Spunbond-Nonwoven

[0032] Ein Nonwoven aus Spunbond-Polymerfasern kann als zweite Filtrationsschicht stromabwärts der Grobschicht angeordnet eingesetzt werden. Die Fasern können aus irgendeinem spunbond-fähigen Polymer sein, wie Polyamide, Polyester oder Polyolefine. Das Flächengewicht des Spunbond-Nonwoven sollte etwa

10–100 g/m<sup>2</sup> und vorzugsweise etwa 30–40 g/m<sup>2</sup> sein. Das Spunbond-Nonwoven sollte eine Luftdurchlässigkeit von etwa 500–10000 l/(m<sup>2</sup> s) und vorzugsweise etwa 2000–6000 l/(m<sup>2</sup> s), gemessen nach DIN 53887, be- tragen. Das Spunbond kann auch elektrostatisch geladen sein.

#### Scrim oder Trägervlies

[0033] Scrim bezeichnet allgemein sehr offenes, poröses Papier oder Nonwoven-Vlies mit leichtem Flächengewicht. Das Flächengewicht des Scrim beträgt typischerweise etwa 10–30 g/m<sup>2</sup> und häufig etwa 13–17 g/m<sup>2</sup>. Das Scrim, manchmal als Stützvlies bezeichnet, hat üblicherweise eine Luftdurchlässigkeit von 500–10000 l/(m<sup>2</sup> s). Es wird in erster Linie dazu verwendet, die Mehrzweckschicht mit hoher Staubkapazität vor Abrasion zu schützen. Das Scrim kann auch die größten Partikel filtern. Das Scrim, wie auch jede andere Schicht des Beutels, kann elektrostatisch geladen sein, unter der Voraussetzung, dass das Material geeignete dielektrische Eigenschaften aufweist.

#### Nassgelegtes Papier mit hoher Staubkapazität

[0034] Nassgelegtes Papier mit hoher Staubkapazität, hier häufig als "nassgelegtes Kapazitätspapier" bezeichnet, ist voluminöser („bulkier“), dicker und durchlässiger als Standard-Staubsaugerbeutelfilterpapier. In seiner Rolle als Vorfilter in der Staubsaugerbeutel-Zusammensetzung führt es mehrere Funktionen durch. Diese umfassen ein Widerstehen von Stoßbelastung, Filtern von großen Schmutzpartikeln, Filtern eines signifikanten Anteils von kleinen Staubpartikeln, Halten bzw. Zurückhalten von großen Mengen von Partikeln, wobei der Luft ein einfaches Durchströmen erlaubt wird, dadurch ein Bereitstellen eines geringen Druckabfalls bei hoher Partikelbeladung, was die Lebensdauer des Staubsaugerbeutels erhöht.

[0035] Das nassgelegte Kapazitätspapier umfasst üblicherweise eine Fasermischung aus Fasern aus Wood Pulp und synthetischen Fasern. Es umfasst typischerweise bis zu etwa 70% Wood Pulp und entsprechend mehr synthetische Faser, wie PET, als das zuvor beschriebene Standardpapier. Es weist eine größere Dicke als das Standardpapier von etwa 0,32 mm bei einem typischen Flächengewicht von 50 g/m<sup>2</sup> auf. Die Porengröße ist sehr viel größer, die mittlere Porengröße kann größer als 160 µm sein. Damit kann das Papier sehr viel mehr Staub in seinen Poren halten, bevor es verstopft. Das Flächengewicht des nassgelegten Kapazitätspapiers beträgt typischerweise etwa 30–150 g/m<sup>2</sup> und vorzugsweise etwa 50–80 g/m<sup>2</sup>.

[0036] Das nassgelegte Kapazitätspapier hat eine Feinstaubpartikelfiltrationsleistung von etwa 66–67%, bestimmt nach DIN 44956-2. Es ist wesentlich, dass das nassgelegte Kapazitätspapier eine Luftdurchlässigkeit aufweist, die höher als die des Standardfilterpapiers ist. Die untere Grenze der Durchlässigkeit sollte damit vorzugsweise wenigstens etwa 500 l/(m<sup>2</sup> s), weiter bevorzugt wenigstens etwa 1000 l/(m<sup>2</sup> s) und am meisten bevorzugt wenigstens etwa 2000 l/(m<sup>2</sup> s) betragen. Die obere Grenze der Durchlässigkeit ist so definiert, dass sichergestellt wird, dass das Papier einen Hauptteil der Staubpartikel größer als etwa 10 µm filtert und zurückhält. Entsprechend kann das stromabwärts angeordnete sekundäre Hochleistungsfiltermedium feine Partikel sehr viel länger ausfiltern und enthalten, bevor sich eine wesentliche Druckabfallszunahme über bzw. durch den Filter zeigt. Dementsprechend sollte die Luftdurchlässigkeit des nassgelegten Kapazitätspapiers vorzugsweise höchstens etwa 8000 l/(m<sup>2</sup> s), weiter bevorzugt höchstens etwa 5000 l/(m<sup>2</sup> s) und am meisten bevorzugt höchstens etwa 4000 l/(m<sup>2</sup> s) betragen. Daraus erkennt man, dass das nassgelegte Kapazitätspapier außergewöhnlich gut als Mehrzweckfiltrationsschicht entworfen ist, um stromaufwärts der sekundären Hochleistungsfiltrationsschicht angeordnet zu werden.

#### Trockengelegtes Papier mit hoher Staubkapazität

[0037] Vor dieser Erfindung war trockengelegtes Papier mit hoher Staubkapazität, hier manchmal als "trockengelegtes Kapazitätspapier" bezeichnet, nicht als Filter in Staubsaugerbeuteln verwendet worden. Trockengelegtes Papier wird nicht aus einer Wassersuspension bzw. einem Wasserbrei gebildet, sondern wird mittels einer Air-Laying-Technik und vorzugsweise mittels eines Fluff-Pulp-Verfahrens hergestellt. Wasserstoffbindung, die eine große Rolle bei dem gegenseitigen Anziehen molekularer Ketten spielt, ist bei fehlendem Wasser nicht wirksam. Damit ist bei gleichem Flächengewicht trockengelegtes Kapazitätspapier üblicherweise wesentlich dicker als Standardpapier und als das nassgelegte Kapazitätspapier. Bei einem typischen Gewicht von 70 g/m<sup>2</sup> beträgt die Dicke z. B. 0,90 mm.

[0038] Die trockengelegten Kapazitätspapiergebilde können in erster Linie durch zwei Verfahren gebondet werden. Das erste Verfahren ist Latex-Bonden, bei dem das Latex-Bindemittel aus wasserbasierten Dispersi- onen appliziert wird. Imprägniertechniken, wie Versprühen oder Eintauchen und Quetschen (Foulardwalzen- anwendung, „padder roll application“), in beiden Fällen gefolgt von einem Trocken- und Wärmehärtungsver- fahren, können verwendet werden. Das Latex-Bindemittel kann auch in diskreten Mustern, wie Punkte, Rau- ten, Gitterschnitte oder Wellenlinien mittels Gravurrollen, gefolgt von einem Trocknen und Aushärten aufge-

bracht werden.

[0039] Das zweite Verfahren ist thermisches Bonden, z. B. durch Verwenden von Bindefasern. Bindefasern, hier manchmal als "thermisch bondbare Schmelzfasern" bezeichnet, sind in dem "Nonwoven Fabric Handbook", (Ausgabe 1992) definiert als "Fasern mit geringerem Erweichungspunkt als andere Fasern in dem Vlies. Unter Applizierung von Wärme und Druck wirken sie als Bindemittel." Diese thermisch bondbaren Schmelzfasern schmelzen vollständig im allgemeinen an Orten, an denen ausreichend Wärme und Druck für das Vlies appliziert werden, wodurch die Matrixfasern an ihren Überkreuzungspunkten aneinander haften. Beispiele umfassen Co-Polyesterpolymere, die bei Erwärmung einem großen Bereich fibröser Materialien anhaften.

[0040] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann thermisches Bonden durch ein Hinzufügen von wenigstens 20%, vorzugsweise bis zu 50% einer Bikomponenten-(“B/C”)-Polymerfaser zu dem trockengelegten Vlies erzielt werden. Beispiele von B/C-Fasern umfassen Fasern mit einem Kern aus Polypropylen (“PP”) und einem Mantel eines wärmeempfindlicheren Polyethylen (“PE”). Der Begriff “wärmeempfindlich” bedeutet, dass die thermoplastischen Fasern bei einer Temperatur von 3–5°C unter dem Schmelzpunkt weich und klebrig werden. Das Mantelpolymer sollte vorzugsweise einen Schmelzpunkt im Bereich von etwa 90–160°C, und das Kernpolymer sollte einen höheren Schmelzpunkt aufweisen, vorzugsweise um wenigstens etwa 5°C höher als der des Mantelpolymer. Beispielsweise schmilzt PE bei 121°C und PP schmilzt bei 161–163°C. Dies hilft beim Bonden des trockengelegten Vlieses, wenn es zwischen dem Walzenspalt eines thermischen Kalanders oder in einem Durchströmfen („through-air oven“) geführt wird, indem thermisch gebondete Fasern mit geringerer Wärme und geringerem Druck erzielt werden, um eine weniger kompakte, offene und atmungsfähigere Struktur herzustellen. In einem weiter bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Kern von dem Kern/Mantel der B/C-Faser exzentrisch des Mantels angeordnet. Je näher der Kern bei einer Seite der Faser angeordnet ist, desto eher wird sich die B/C-Faser während des thermischen Bondierschritts kräuseln und dabei das Volumen des trockengelegten Kapazitätspapiers erhöhen. Dies wird natürlich seine Staubhaltekapazität vergrößern. Daher sind in einem weiter bevorzugten Ausführungsbeispiel der Kern und der Mantel Seite an Seite bzw. längsseits in der B/C-Faser angeordnet und das Bonden wird mittels eines Durchströmfens erzielt. Ein thermischer Kaland, der das Vlies stärker komprimieren würde als Durchström-Bonden, ist in diesem Fall weniger bevorzugt. Andere Polymerkombinationen, die in Kern/Mantel- oder Seite-an-Seite-B/C-Fasern verwendet werden können, umfassen PP mit niedrig schmelzenden Co-Polyesterpolymeren und Polyester mit Nylon 6. Die trockengelegte Hochkapazitätsschicht kann auch im Wesentlichen vollständig aus Bikomponentenfasern gebildet sein.

[0041] Allgemein liegt die mittlere Porengröße von trockengelegtem Kapazitätspapier zwischen der Porengröße von Standardpapier und nassgelegtem Kapazitätspapier. Die Filtrationsleistung, wie sie durch den DIN 44956-2-Test bestimmt wird, beträgt etwa 80%. Trockengelegtes Kapazitätspapier sollte etwa das gleiche Flächengewicht und die gleiche Durchlässigkeit wie das oben beschriebene nassgelegte Kapazitätspapier aufweisen, d. h. in einem Bereich von etwa 500–8000 l/(m<sup>2</sup> s), vorzugsweise etwa 1000–5000 l/(m<sup>2</sup> s) und am meisten bevorzugt etwa 2000–4000 l/(m<sup>2</sup> s). Es weist eine exzellente Staubhaltekapazität auf und hat den Vorteil, dass es bezüglich Gewicht und Dicke sehr viel gleichmäßiger als die nassgelegten Papiere ist.

[0042] Verschiedene bevorzugte Ausführungsbeispiele von trockengelegtem Kapazitätspapier werden in Betracht gezogen. Eines ist eine Latex-gebondete Fluff-Pulp-Faserzusammensetzung. Das heißt, die Fasern, die das Papier umfassen, bestehen im Wesentlichen aus Fluff Pulp. Der Begriff "Fluff Pulp" bedeutet eine Nonwoven-Komponente des Staubsaugerbeutels dieser Erfindung, die durch mechanisches Zerkleinern von Pulp-Rollen, d. h. fibröses Material aus Holz, und dann aerodynamisches Transportieren des Pulp zu Komponenten zum Bilden von Gebilden von Maschinen für Air-Laying oder Trockenbildnen („dry forming“) hergestellt wird. Eine Wiley-Mühle kann verwendet werden, um den Pulp zu zerkleinern. Sogenannte Dan-Web- oder M- und J-Maschinen sind zum Trockenbildnen nützlich. Eine Fluff-Pulp-Komponente und die trockengelegten Schichten aus Fluff Pulp sind isotrop und sind damit charakterisiert durch ungeordnete Faserorientierungen in den Richtungen aller drei orthogonalen Dimensionen. Das heißt, sie weisen einen großen Anteil von Fasern auf, die weg von der Ebene des Nonwoven-Vlieses und insbesondere senkrecht zu der Ebene orientiert sind, verglichen mit dreidimensionalen anisotropen Nonwoven-Vliesen. Fasern aus Fluff Pulp, die in dieser Erfindung verwendet werden, sind vorzugsweise von etwa 0,5–5 mm lang. Die Fasern werden durch ein Latex-Bindemittel zusammengehalten. Das Bindemittel kann entweder als Pulver oder Emulsion appliziert werden. Das Bindemittel ist in dem trockengelegten Kapazitätspapier üblicherweise in dem Bereich von etwa 10–30 Gew.-% und vorzugsweise etwa 20–30 Gew.-% Bindemittelfeststoff, basierend auf dem Gewicht der Fasern, vorhanden.

[0043] In einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst das trockengelegte Kapazitätspapier eine thermisch gebondete Mischung aus Fluff-Pulp-Fasern und wenigstens Splitfilmfasern oder Bikomponenten-Polymerfasern. Die Mischung aus Fluff-Pulp-Fasern umfasst noch bevorzugter Fluff-Pulp-Fasern und Bikomponenten-Polymerfasern.

[0044] Splitfilmfasern sind im Wesentlichen flache, rechteckige Fasern, die vor oder nachdem sie in die zusammengesetzte Struktur der Erfindung aufgenommen worden sind elektrostatisch geladen sein können. Die

Dicke der Splitfilmfasern kann zwischen 2 und 100 µm liegen, die Dicke kann zwischen 5 µm und 2 mm liegen und die Länge kann zwischen 0,5 und 15 mm liegen. Die bevorzugten Dimensionen der Splitfilmfasern sind jedoch eine Dicke von etwa 5 bis 20 µm, eine Breite von etwa 15 bis 60 µm und eine Länge von etwa 0,5 bis 3 mm.

[0045] Die Splitfilmfasern der Erfindung sind vorzugsweise aus einem Polyolefin, wie Polypropylen (PP) hergestellt. Es kann jedoch irgendein Polymer, das zur Herstellung von Fasern geeignet ist, für die Splitfilmfasern der zusammengesetzten Strukturen der Erfindung verwendet werden. Beispiele von geeigneten Polymeren umfassen, sind aber nicht beschränkt auf Polyolefine, wie Homopolymere und Copolymeren von Polyethylen, Polyterephthalaten, wie Poly(ethylenterephthalat) (PET), Poly(butylenterephthalat) (PBT), Poly(cyclohexyl-dimethylenterephthalat) (PCT), Polycarbonat und Polychlorotrifluoroethylen (PCTFE). Andere geeignete Polymeren umfassen Nylon, Polyamide, Polystyrene, Poly-4-methylpenten-1, Polymethylmethacrylate, Polyurethane, Silicone, Polyphenylensulfide. Die Splitfilmfasern können auch eine Mischung aus Homopolymeren und Copolymeren umfassen. In der vorliegenden Anmeldung wird die Erfindung beispielhaft erläutert mit Splitfilmfasern aus Polypropylen.

[0046] Die Verwendung von PP-Polymeren mit verschiedenen Molekulargewichten und Morphologien in geschichteten Filmstrukturen wurde als geeignet nachgewiesen, um Filme mit einer geeigneten Ausgewogenheit von mechanischen Eigenschaften und Sprödigkeit herzustellen, wie es zur Herstellung von Splitfilmfasern benötigt wird. Diese PP-Splitfilmfasern können anschließend auch mit der geeigneten Stärke an Crimp bzw. Kräuselung versehen werden. Alle Dimensionen der Splitfilmfasern können natürlich während der Herstellung der Fasern verändert werden.

[0047] Ein Verfahren zur Herstellung der Splitfasern ist in US 4,178,157 offenbart. Polypropylen wird geschmolzen und in einen Film extrudiert, der dann in einen großen Schlauch (Ballon) geblasen wird, in den Umgebungsluft eingebracht wird oder der ein Eindringen ermöglicht, gemäß herkömmlicher Blase-Streck-Technik. Ein Aufblasen des Ballons mit Luft dient dazu, den Film abzuschrecken und die molekulare Struktur der PP-Molekulketten biaxial zu orientieren, was in einer erhöhten Festigkeit resultiert. Der Ballon stürzt dann zusammen und der Film wird zwischen zwei oder mehr Paaren von Rollen gestreckt, in denen der Film in der Walzenspalte von zwei sich berührenden Rollen gehalten wird, wobei verschiedene Mengen von Druck zwischen den beiden sich berührenden Rollen appliziert wird. Dies ergibt ein zusätzliches Strecken in der Maschinenrichtung, was erreicht wird, indem die zweite Gruppe von Rollen mit einer höheren Oberflächengeschwindigkeit betrieben wird als die erste Gruppe. Das Resultat ist eine noch größere molekulare Orientierung des Films in der Maschinenrichtung, die anschließend die lange Dimension der Splitfilmfasern wird.

[0048] Der Film kann elektrostatisch aufgeladen werden bevor oder nachdem er abgekühlt wurde. Obwohl verschiedene elektrostatische Aufladetechniken verwendet werden können, um den Film aufzuladen, haben sich zwei Verfahren am bevorzugtesten herausgestellt. Das erste Verfahren umfasst ein Durchführen des Films etwa in der Mitte eines Zwischenraums von etwa 3,81 bis 7,62 cm (1,5–3 Inch) zwischen zwei Gleichstrom-Korona-Elektroden. Korona-Stäbe mit Emitterpins aus metallischem Draht können verwendet werden, bei denen eine Korona-Elektrode ein positives Gleichstromspannungspotential von etwa 20 bis 30 kV und die gegenüberliegende Elektrode eine negative Gleichstromspannung von etwa 20 bis 30 kV aufweist.

[0049] Das zweite bevorzugte Verfahren verwendet die elektrostatischen Ladetechniken, die in US 5,401,446 (Wadsworth und Tsai, 1995) beschrieben wurden, die als Tantret™-Technik I und Technik II bezeichnet werden, die hier weiter beschrieben werden. Es hat sich herausgestellt, dass die Technik II, bei der der Film an isolierten Rollen hängt, wenn der Film um den inneren Umfang von zwei negativ geladenen Metallschalen mit einem positiven Korona-Draht jeder Schale geführt wird, die größten Spannungspotentiale auf die Filme überträgt. Allgemein können mit der Technik II positive 1000 bis 3000 Volt oder mehr auf eine Seite der Filme übertragen werden, mit ähnlichen Größenordnungen von negativen Volt auf der anderen Seite des geladenen Films.

[0050] Die Technik I, bei der Filme eine Metallrolle mit einer Gleichstromspannung von -1 bis -10 kV berühren und ein Draht mit einer Gleichstromspannung von +20 bis +40 kV etwa 1 bis 2 Inch oberhalb der unter negativer Vorspannung stehenden Rolle angeordnet wird, wobei jede Seite des Films nacheinander dieser Rollen/Draht-Ladekonfiguration ausgesetzt wird, resultiert in geringeren Spannungspotentialen, wie auf den Oberflächen der Filme gemessen wurde. Mit der Technik I werden typischerweise Spannungen von 300 bis 1500 Volt auf der Filmoberfläche mit allgemein gleicher aber entgegengesetzter Polarität auf jeder Seite erzielt. Es hat sich jedoch nicht herausgestellt, dass die höheren Oberflächenpotentiale, die mit der Technik II erreicht werden, in einer besseren messbaren Filtrationsleistung der Vliese aus den Splitfilmfasern resultieren. Daher und da es einfacher ist, den Film einzuführen und durch die Technik I-Vorrichtung zu führen, wird dieses Verfahren vorwiegend genutzt, um die Filme vor dem Splitprozess zu laden.

[0051] Die abgekühlten und gestreckten Filme können heiß oder kalt elektrostatisch aufgeladen werden. Der Film wird dann gleichzeitig gestreckt und in schmale Breiten gespalten, typischerweise bis zu etwa 50 µm. Die gespaltenen, flachen Filamente werden dann in einem Tau aufgenommen, das in einer kontrollierten Anzahl von Kräuselungen pro Zentimeter gekräuselt wird und dann in die gewünschte Stapellänge geschnitten wird.

[0052] In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst das trockengelegte Papier mit hoher

Staubkapazität eine Mischung aus Fluff-Pulp-Fasern, Bikomponenten-Polymerfasern und elektrostatisch geladenen Splitfilmfasern. Vorzugsweise sind die Fluff-Pulp-Fasern in etwa 5–85 Gew.-%, weiter bevorzugt in etwa 10–70 Gew.-% und am meisten bevorzugt in etwa 40 Gew.-% vorhanden, die Bikomponentenfasern in etwa 10–60 Gew.-%, weiter bevorzugt in etwa 10–30 Gew.-% und am meisten bevorzugt in etwa 20 Gew.-%, und die elektrostatisch geladenen Splitfilmfasern in etwa 20–80 Gew.-% und weiter bevorzugt etwa 40 Gew.-%. Dieses trockengelegte Papier mit hoher Staubkapazität kann thermisch gebondet sein, vorzugsweise bei hohen Temperaturen von 90–160°C, weiter bevorzugt bei einer Temperatur, die geringer ist als 110°C, und am meisten bevorzugt bei etwa 90°C.

[0053] Andere bevorzugte Ausführungsbeispiele des trockengelegten Kapazitätspapiers umfassen ein thermisch gebondetes Papier mit 100% "gemischten elektrostatischen Fasern", eine Mischung aus 20–80% gemischte elektrostatische Fasern und 20–80 B/C-Fasern, und eine Mischung aus 20–80% gemischte elektrostatische Fasern, 10–70% Fluff Pulp und 10–70% B/C-Fasern. Filter aus "gemischten elektrostatischen Fasern" werden durch ein Mischen von Fasern mit sehr unterschiedlichen triboelektrischen Eigenschaften und ein Reiben dieser gegeneinander oder gegen Metallteile von Maschinen, wie Drähte oder Kardierzylinder während des Kardierens, hergestellt. Dies macht eine Art von Fasern positiver oder negativer geladen bezüglich der anderen Art von Faser und verbessert die Coulomb-Anziehung für Staubpartikel. Die Herstellung von Filtern mit diesen Arten von gemischten elektrostatischen Fasern wird in US 5,470,485 und der europäischen Patentanmeldung EP 0 246 811 A2 gelehrt.

[0054] In US 5,470,485 besteht das Filtermaterial aus einer Mischung aus (I) Polyolefinfasern und (II) Polyacrylonitrilfasern. Die Fasern (I) sind Bikomponenten-PP/PE-Fasern des Kern/Mantel- oder Seite-an-Seite-Typs. Die Fasern II sind "halogenfrei". Die (I)-Fasern haben auch einige "halogen-substituierte Polyolefine" während die Acrylnitrilfasern kein Halogen haben. Das Patent erwähnt, dass die Fasern gründlich mit nichtionischem Detergens, mit Alkali oder Lösungsmittel gewaschen und dann gut gespült werden müssen, bevor sie zusammengemischt werden, so dass sie keine Schmiermittel oder antistatischen Mittel mehr haben. Obwohl das Patent lehrt, dass das produzierte Faservlies vernadelt werden sollte, könnten diese Fasern auch auf Längen von 5–20 mm geschnitten werden und mit thermischen Bikomponenten-Bindefasern ähnlicher Länge gemischt werden und auch mit dem möglichen Hinzufügen von Fluff Pulp, so dass trockengelegtes, thermisch gebondetes Papier in dieser Erfindung verwendet werden kann.

[0055] EP 0 246 811 beschreibt den triboelektrischen Effekt, wenn zwei verschiedene Arten von Fasern gegeneinander gerieben werden. Sie lehrt, ähnliche Arten von Fasern zu verwenden, wie das US-Patent Nr. 5,470,485, außer dass die -CN-Gruppen der Polyacrylnitril-Fasern durch Halogen (vorzugsweise Fluor oder Chlor) substituiert werden. Nach einer ausreichenden Menge von Substitution von -CN durch -Cl-Gruppen können die Fasern als "modacrylisch" bezeichnet werden, wenn das Copolymer 35–85 Gew.-% Acrylnitril-Einheiten umfasst. Die EP 0 246 811 lehrt, dass das Verhältnis von Polyolefin zu substituiertem Acrylnitril (vorzugsweise modacrylisch) von 30 : 70 bis 80 : 20 nach Oberfläche und weiter bevorzugt von 40 : 60 bis 70 : 30 reichen kann. In gleicher Weise lehrt US 5,470,485, dass das Verhältnis von Polyolefin zu Polyacrylnitril-Fasern in dem Bereich von 30 : 70 bis 80 : 20 bezüglich einer Oberfläche des Filtermaterials ist. Damit können diese Bereiche von Verhältnissen von Polyolefin zu acrylischen oder modacrylischen Fasern in den oben genannten Proportionen in dem trockengelegten, thermisch gebondeten Kapazitätspapier verwendet werden.

#### Meltblown-Vlies

[0056] Ein synthetisches Polymerfaser-Meltblown-Vlies kann optional als Zwischenschicht zwischen der Mehrzweckschicht und der zweiten Filtrationsschicht eingesetzt werden. Die Meltblown-Vlies-Zwischenschicht erhöht die gesamte Filtrationsleistung durch Halten einiger Partikel, die durch die Mehrzweck-Filtrationsschicht hindurchgingen. Die Meltblown-Vlies-Zwischenschicht kann auch optional elektrostatisch geladen sein, um zu dem Filtern der Feinstaubpartikel beizutragen. Die Aufnahme einer Meltblown-Vlies-Zwischenschicht hat bei gegebener Staubbelaadung verglichen mit Zusammensetzungen, die keine Meltblown-Vlies-Zwischenschicht haben, eine Zunahme an Druckabfall zur Folge.

[0057] Das Meltblown-Vlies hat vorzugsweise ein Flächengewicht von etwa 10–50 g/m<sup>2</sup> und eine Luftdurchlässigkeit von etwa 100–1500 l/(m<sup>2</sup> s).

#### Hochvoluminoses Meltblown-Nonwoven

[0058] Eine andere Entdeckung aus dieser Forschung, verbesserte Staubsaugerbeutel zu entwickeln, war die Entwicklung eines hochvoluminösen ("high bulk") MB-Vlieses, das stromaufwärts des Filtrationsgrad-MB-Vlieses als ein Vorfilter statt eines nassgelegten Kapazitätspapiers oder trockengelegten Kapazitätspapiers verwendet werden könnte. Der hochvoluminöse MB-Vorfilter kann in einem Meltblown-Verfahren hergestellt werden, der eine gekühlte Abschreckluft bzw. Kühlluft mit einer Temperatur von etwa 10°C verwendet. Im Gegensatz dazu verwendet herkömmliches MB üblicherweise Raumluft bei einer Umgebungstemperatur von

35–45°C. Auch der Sammelabstand zwischen dem MB-Düsenausgang zu dem Vliesaufnahmeband wird in dem hochvoluminösen MB-Prozess auf 400–600 mm vergrößert. Für eine normale MB-Herstellung beträgt der Abstand normalerweise etwa 200 mm. Außerdem wird ein hochvoluminöses MB-Nonwoven unter Verwendung einer Strecklufttemperatur mit geringerer Temperatur von etwa 215–235°C statt der normalen Strecklufttemperatur von 280–290°C und einer geringeren MB-Schmelztemperatur von etwa 200–225°C, verglichen mit 260 bis 280°C für die Filtrationsgrad-MB-Herstellung. Die kältere Abschreckluft, geringere Strecklufttemperatur, geringere Schmelztemperatur und der größere Sammelabstand kühlt die MB-Filamente stärker ab. Das Abführen von Wärme resultiert in einem geringeren Recken der Filament und damit in größeren Faserdurchmessern als man sie in typischen Filtrationsgrad-MB-Vliesen finden würde. Die kühleren Filamente schmelzen mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit thermisch zusammen, wenn sie auf dem Kollektor abgelegt werden. Damit würde das hochvoluminöse Meltblown-Nonwoven eine offenere Fläche aufweisen. Selbst mit einem Flächengewicht von 120 g/m<sup>2</sup> beträgt die Luftdurchlässigkeit des hochvoluminösen Meltblown-Nonwovens 806 l/(m<sup>2</sup> s). Im Gegensatz dazu hat ein sehr viel leichteres (z. B. 22 g/m<sup>2</sup>) Filtrationsgrad-MB-PP-Vlies eine maximale Luftdurchlässigkeit von nur 450 l/(m<sup>2</sup> s). Die Filtrationsleistung des hochvoluminösen MB-Nonwovens, wie es durch den DIN 44956-2-Test bestimmt wird, betrug 98%. Wenn die beiden mit dem hochvoluminösen MB-Nonwoven auf der Innenseite des Beutels zusammen angeordnet wurden, betrug die Luftdurchlässigkeit immer noch 295 l/(m<sup>2</sup> s) und die Filtrationsleistung des Paars betrug 99,8%. Das hochvoluminöse Meltblown-Nonwoven kann ungeladen sein oder wahlweise elektrostatisch aufgeladen unter der Voraussetzung, dass das Nonwoven aus einem Material mit geeigneten dielektrischen Eigenschaften ist.

[0059] Das hochvoluminöse MB-Nonwoven dieser Erfindung sollte von dem "Filtrationsgrad-MB", das auch in der mehrschichtigen Vakuumfilterstruktur dieser Offenbarung verwendet wird, unterschieden werden. Das Filtrationsgrad-MB-Vlies ist ein herkömmliches Meltblown-Nonwoven, das allgemein durch ein geringes Flächengewicht von typischerweise etwa 22 g/m<sup>2</sup> und eine geringe Porengröße charakterisiert ist. Zusätzliche typische Charakteristika von Filtrationsgrad-MB-Nonwoven aus Polypropylen sind in Tabelle I gezeigt. Ein bevorzugtes hochvoluminöses MB-Nonwoven aus Polypropylen umfasst optimalerweise etwa 5–20 Gew.-% Ethylenvinylacetat. Ein Filtrationsgrad-MB-Nonwoven hat allgemein eine hohe Staubentfernungsleistung, d. h., größer als etwa 99%.

Tabelle I

	Bevorzugt	Mehr bevorzugt	Am meisten bevorzugt
<b>Filtrationsgrad-MB-PP</b>			
Gewicht, g/m <sup>2</sup>	5 - 150	10 – 50	22
Dicke, mm	0,10 – 2	0,10 – 1	0,26
Luftdurchlässigkeit, l/(m <sup>2</sup> s)	100 – 1500	200 – 800	450
Zugfestigkeit, MD, N	0,5 – 15	1,0 – 10	3,7
Zugfestigkeit, CD, N	0,5 – 15	1,0 – 10	3,2
Faserdurchmesser, µm	1 – 15	1 – 5	2 -3
<b>Hochvoluminöses MB-PP</b>			
Gewicht, g/m <sup>2</sup>	30 - 180	60 – 120	80
Dicke, mm	0,3 – 3	0,5 – 2	1,4
Luftdurchlässigkeit, l/(m <sup>2</sup> s)	300 – 8000	600 – 3000	2000
Zugfestigkeit, MD, N	1,0 – 30	2 - 20	10
Zugfestigkeit, CD, N	1,0 – 30	2 – 20	9,2
Faserdurchmesser, µm	5 – 20	10 – 15	10 - 12

[0060] Hochvoluminöses MB-Nonwoven ist in der Filterleistung ähnlich wie die oben beschriebenen trockengelegten und nassgelegten Kapazitätspapiere. Daher ist ein hochvoluminöses MB-Nonwoven gut geeignet, um große Mengen an großen Staubpartikeln zu entfernen und große Staubmengen zu halten bzw. zurückzuhalten. Dementsprechend ist hochvoluminöses MB-Nonwoven geeignet, um stromaufwärts und als Vorfilter des Filtrationsgrad-MB-Vlieses in einer Vakuumfilterstruktur dieser Erfindung angeordnet zu werden.

[0061] Eine neue Art von Meltblow-Technologie, wie sie in G. Ward, Nonwovens World, Sommer 1998, Seiten 37–40 beschrieben wird, dessen vollständige Offenbarung hier durch Bezugnahme aufgenommen ist, ist verfügbar, um ein (modulares) Spunblown-Nonwoven herzustellen, das geeignet ist, als die Grobfilterschicht in der vorliegenden Erfindung verwendet zu werden. Wahlweise kann das Spunblown-Nonwoven als Filtrationsgrad-Meltblown-Vliesschicht, wie es in der neuen Staubsaugerbeutelstruktur erwünscht ist, verwendet werden. Spezifikationen des (modularen) Spunblown-Nonwoven sind in Tabelle II gezeigt.

[0062] Das Verfahren zum Herstellen des (modularen) Spunblown-Nonwoven ist allgemein ein Meltblown-Verfahren mit einer größeren modularen Düse und bei dem eine kältere Streckluft verwendet wird. Diese Bedingungen erzeugen ein grobes Meltblown-Vlies mit höherer Festigkeit und Luftdurchlässigkeit bei vergleichbarem Flächengewicht von herkömmlichen Meltblown-Viesen.

#### Mikrodenier-Spunbond-Nonwoven

[0063] Ein Spunbond("SB")-Nonwoven, hier manchmal als Mikrodenier-Spunbond bezeichnet, kann ebenfalls in dieser Erfindung als die Grobfilterschicht oder die Filtrationsgrad-Meltblown-Vliesschicht verwendet werden. Spezifikationen von Mikrodenier-Spunbond sind in Tabelle II aufgelistet. Ein Mikrodenier-Spunbond ist insbesondere charakterisiert durch Filamente mit einem Durchmesser kleiner als 12 µm, was 0,10 Denier für Polypropylen entspricht. Zum Vergleich haben herkömmliche SB-Viese für Wegwerf- bzw. Einwegartikel typischerweise Filamentdurchmesser von durchschnittlich 20 µm. Ein Mikrodenier-Spunbond kann von der Reifenhauser GmbH (Reicofil III), Koby Steel, Ltd., (Kobe-Kodoshi Spunbond Technology) und Ason Engineering, Inc. (Ason Spunbond Technology) erhalten werden.

Tabelle II

	Bevorzugt	Mehr bevorzugt	Am meisten bevorzugt
<b>(Modulares) Spunblown</b>			
Gewicht, g/m <sup>2</sup>	20 – 150	20 - 80	40
Dicke, mm	0,20 – 2	0,20 – 1,5	0,79
Luftdurchlässigkeit, l/(m <sup>2</sup> s)	200 – 4000	300 – 3000	2000
Zugfestigkeit, MD, N	10 – 60	15 – 40	–
Zugfestigkeit, CD, N	10 – 50	12 – 30	–
Faserdurchmesser, µm	0,6 – 20	2 – 10	2 – 4
<b>Mikrodenier-Spunbond-PP</b>			
(Ason, Kobe-Kodoshi, Reicofil III)			
Gewicht, g/m <sup>2</sup>	20 – 150	20 -80	40
Dicke, mm	0,10 – 0,6	0,15 – 0,5	0,25
Luftdurchlässigkeit, l/(m <sup>2</sup> s)	500 – 10000	2000 – 6000	3000
Zugfestigkeit, MD, N	10 – 100	20 - 80	50
Zugfestigkeit, CD, N	10 – 80	10 – 60	40
Faserdurchmesser, µm	4 – 18	6 – 12	10

#### Vergleichsbeispiel 1

[0064] **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt einer kommerziellen verfügbaren Staubsaugerbeutelstruktur **51** bestehend aus einer nassgelegten Tissuevlieslage **52** auf der Innenseite (Stromaufwärtsluftseite) des Beutels und einem nassgelegten Standardfilterpapier **53** an der Außenseite (Stromabwärtsluftseite) des Beutels. Die Eigenschaften der einzelnen Schichten und der zusammengesetzten Struktur sind in Tabelle III gezeigt. Die Lage bzw. der Liner schützt in erster Linie das nassgelegte Filterpapier vor Abrasion aber vorfiltert auch einige der größten Partikel aus. Das nassgelegte Filterpapier filtert typischerweise Partikel aus, die größer als etwa 10

µm sind und einige kleinere Partikel.

### Vergleichsbeispiel 2

[0065] **Fig.** 2 zeigt einen Querschnitt einer herkömmlichen Dreischichtstaubsaugerbeutelstruktur **54**, in der ein nassgelegtes Tissuestützvlies **55** mit sehr geringer Staubhaltekapazität stromaufwärts eines MB-Vlieses **56** hinzugefügt wurde, um vor Abrasion zu schützen, und ein nassgelegtes Filterpapier **57** ist an der Außenseite (stromabwärts) angeordnet, um den Beutel vor Abrasion zu schützen, um die Steifigkeit für die Beutelherstellung zu verbessern und um eine zusätzliche Luftfiltration bereitzustellen. Die Eigenschaften der einzelnen Schichten und der zusammengesetzten Struktur sind in Tabelle III gezeigt.

### Beispiele 1–3

[0066] **Fig.** 3 stellt eine neue dreilagige zusammengesetzte Staubsaugerbeutelstruktur **58** von Beispiel 1 mit einer nassgelegten Papierschicht mit hoher Staubkapazität **59** an der Innenseite (Stromaufwärtsluftseite) vor einer Melblown-Filterschicht **60** dar. Eine hochluftdurchlässige nassgelegte Filterpapierschicht **61** ist an der Außenseite (Stromabwärtsluftseite).

[0067] **Fig.** 4 stellt eine neue erfunderische zusammengesetzte Staubsaugerbeutelstruktur **62** von Beispiel 2 dar, bei der ein trockengelegtes Papier mit hoher Staubkapazität **63** bestehend aus 100% Fluff-Pulp-Fasern, zusammengehalten von 20 Gew.-% Latexbindemittel, als Innenschicht angeordnet ist, und ein herkömmliches nassgelegtes Filterpapier **64** ist die Außenschicht.

[0068] **Fig.** 5 stellt eine neue Staubsaugerbeutelkonstruktion **65** von Beispiel 3 bestehend aus einem thermisch gebondeten, trockengelegten Papier mit hoher Staubkapazität **66** an der Stromaufwärtsposition innerhalb des Beutels mit einem hochdurchlässigen, nassgelegten Filterpapier **67** an der Außenseite des Beutels dar. Der Faserinhalt des trockengelegten Papiers mit hoher Staubkapazität **66** besteht aus einer Mischung von 40% Fluff-Pulp-Fasern, 40% Splitfilmfasern und 20% Bikomponentenpolymerfasern. Die Eigenschaften der einzelnen Schichten und der zusammengesetzten Strukturen sind in Tabelle III gezeigt, die die Filtrationseigenschaften verschiedener zusammengesetzter Strukturen bei einem Fluss von 100 l/min. vergleicht. Die Daten in Tabelle III zeigen, dass die Strukturen der Beispiele 1 und 3 eine dramatisch erhöhte Filtrationsleistung verglichen mit dem Vergleichsbeispiel 1 mit nur leichter Druckabfallzunahme erzeugen. Beispiel 1 erzeugt auch eine leicht bessere Filtrationsleistung bei gleichem Druckabfall wie Vergleichsbeispiel 2. Beispiel 2 schneidet im Vergleich mit der Struktur des kommerziell verfügbaren Vergleichsbeispiels 1 gut ab.

[0069] Jede der zuvor beschriebenen Beispielstrukturen wurde bezüglich Feinstaubbeladung getestet und die Ergebnisse sind in Tabelle IV gezeigt. **Fig.** 6 ist eine grafische Darstellung des Druckabfalls der Beutelstrukturen als Funktion der Feinstaubbeladung in Gramm, bei der die Kurven A–E die Vergleichsbeispiele 1 und 2 (A und B), und die Beispiele 1–3 (C, D und E) darstellen. Die Darstellung zeigt, dass herkömmliche Beutelstrukturen schnell hohe Druckabfälle bei sehr geringen Beladungen erzielen (d. h. etwa 100 mbar bei weniger als 2,5 g). Beispiel 1 erreichte einen entsprechend hohen Druckabfall nach 3,5 g Staubbeladung, was eine Verbesserung um etwa 40% ist. Die Beispiele 2 und 3 ergaben bemerkenswert überlegenere Feinstaubbeladungsergebnisse durch ein Erreichen von etwa 100 mbar Druckabfall bei etwa 10 g und etwa 12,5 Beladung und mit einem Druckabfall, der etwa 30 mbar bei einer Feinstaubbeladung von 6,5 g und etwa 40 mbar bis nach etwa 7,5 g nicht überstieg. Diese Ergebnisse zeigen eine Verbesserung von etwa 300–400% im Vergleich zu herkömmlichen Filterkonstruktionen. Insbesondere umfassen die Beispiele 2 und 3 keine MB Filterzweischenschicht zwischen der stromaufwärts angeordneten Mehrzweckschicht mit hoher Staubkapazität und der stromabwärts angeordneten zweiten Filtrationsschicht.

[0070] Zusätzliche Beispiele von betrachteten zusammengesetzten Staubsaugerbeutelstrukturen mit verbesserter Wirksamkeit, die unter die Definition der vorliegenden Erfindung fallen sollen, sind in **Fig.** 7–9 illustriert. Insbesondere zeigt **Fig.** 7A eine Zweischichtstruktur, bei der die stromaufwärts angeordnete Mehrzweckschicht eine trockengelegte Filterzusammensetzung aus ausschließlich Fluff-Pulp-Fasern, die mit einem getrockneten Latexbindemittel zusammengehalten werden, oder aus einer Mischung aus Bikomponenten-Polymerfasern und Fluff-Pulp-Fasern, die thermisch gebondet sind, ist. Die Mehrzweckschicht hat eine hohe Luftdurchlässigkeit und Staubhaltekapazität.

[0071] **Fig.** 7B zeigt auch eine Zweischichtstruktur, bei der die Mehrzweckschicht eine Dreikomponentenmischung aus Fluff-Pulp-Fasern, Bikomponenten-Polymerfasern und elektrostatisch geladenen Splitfilmfasern ist. Wiederum ist die Mischung durch thermisches Bondieren zusammengehalten, insbesondere der niedrigschmelzenden Bikomponenten-Polymerfaserzusammensetzung.

[0072] **Fig.** 7C zeigt eine weitere Zweischichtstruktur mit speziell entwickeltem, nassgelegtem Filterpapier mit hoher Staubhaltekapazität an der Stromaufwärtsposition. Die Fasern in dem nassgelegten Papier sind eine Mischung aus synthetischen Fasern und natürlichen, d. h. aus Wood Pulp, Fasern. Vorzugsweise sind die synthetischen Fasern Polyester und weiter bevorzugt Polyethylenterephthalat. Die Fasern sind mittels eines La-

texbindemittels bei etwa 20–30 Gew.-% trockenen Bindemittelfeststoffen basierend auf dem Fasergewicht verbunden.

[0073] **Fig. 7D** illustriert eine Zweischichtstruktur, bei der die stromaufwärts angeordnete Mehrzweckschicht Polyolefin- und vorzugsweise Polypropylen-Fasern umfasst. Diese Schicht ist elektrostatisch geladen, vorzugsweise mittels der Tantret-Technik.

[0074] **Fig. 7E–7H** zeigen Strukturen, welche jeweils dieselben sind, wie die von **Fig. 7A–7D**, abgesehen davon, dass eine optionale Meltblown-Vlies-Zwischenschicht zwischen der Mehrzweckfilterschicht und der zweiten Filtrationsschicht angeordnet ist.

[0075] **Fig. 7I–7P** zeigen Strukturen, welche den **Fig. 7A–7H** jeweils entsprechen, abgesehen davon, dass ein optionales Vlies-Scrim an der Seite des Vakuumfilterbeutels hinzugefügt worden ist, die dem Luftstrom ausgesetzt ist, um die nächste Schicht vor Abrasion zu schützen und einige der sehr großen Staubpartikel zu filtern.

[0076] **Fig. 8Q–8AF** zeigen Strukturen, welche den **Fig. 7A–7P** jeweils entsprechen, abgesehen davon, dass ein optionales Spunbond-Vlies an der am weitesten stromabwärts gelegenen Position angeordnet wurde und damit an der Außenseite des Staubsaugerbeutels ist.

[0077] **Fig. 9AG–9BL** zeigen Strukturen, welche den **Fig. 7A–8AF** jeweils entsprechen, abgesehen davon, dass benachbarte Schichten der Zusammensetzung durch einen Schmelzklebstoff gebondet sind. Der Schmelzklebstoff kann durch alle bekannten Verbindeverfahren, inklusive Kleber und thermisches und Ultraschallboden, ersetzt oder gemeinsam mit diesen verwendet werden. Obwohl die Figuren nur Ausführungsbeispiele illustrieren, in denen ein Klebemittel vorhanden ist, wird in Erwägung gezogen, dass nicht alle Schichten auf diese Weise verbunden sein müssen, d. h. manche Schichten werden mit Klebemittel gebondet sein und andere nicht.

Tabelle III (Teil 1)

Beispiel	Vergleichsbeispiel 1				Vergleichsbeispiel 2				Beispiel 1	
Schicht/Zusammensetzung	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Flächengewicht g/m <sup>2</sup>	58	13	45	80	13	22	45	117	50	22
Dicke mm	0,25	0,05	0,2	0,51	0,05	0,26	0,2	0,78	0,32	0,26
Luftdurchlässigkeit l/(m <sup>2</sup> s)	330	2100	400	225	2100	480	400	255	2900	480
Zugfestigkeit MD N	--	>6,0	37	--	>6,0	2,8	37	--	16	2,8
Zugfestigkeit CD N	--	>1,5	20	--	>1,5	2,9	20	--	7	2,9
Porendurchmesser µm	--	--	11,91-	--	16,52-	--	11,91-	--	--	11,91-
MFP	--	--	23,43	--	39,57	--	23,43	--	64	64
MBP bar	--	0,3	1,2	--	0,3	0,5	1,2	--	0,7	0,5
Filtrationseigenschaften										
Fluss l/min.	100,0	--	--	100	--	--	--	100	--	--
Druckabfall mmH2O	10,4	--	--	17,5	--	--	--	17,1	--	--
Durchdringung %	72,7	--	--	23,1	--	--	--	20,9	--	--
Leistung %	27,3	--	--	76,9	--	--	--	79,1	--	--

Tabelle III (Teil 2)

Beispiel	Beispiel 2	Beispiel 3
Schicht/Zusammensetzung	62	63
Flächengewicht g/m <sup>2</sup>	122	77
Dicke mm	1,14	0,94
Luftdurchlässigkeit l/(m <sup>2</sup> s)	420	1850
Zugfestigkeit MD N	--	6,1
Zugfestigkeit CD N	--	5,4
Porendurchmesser µm	--	--
MFP		23,43
MBP bar	--	1,2
Filtrationseigenschaften		
Fluss l/min.	100	--
Druckabfall mmH2O	12,90	--
Durchdringung %	66,90	--
Leistung %	33,10	--
		11,91 - 64
		23,43
		1,2
	100	--
	10,20	--
	27,30	--
	27,70	--
		11,91 - 64
		23,43
		1,2

Tabelle IV

	Vergl.Bsp. 1	Vergl.Bsp. 2	Bsp. 1	Bsp. 2	Bsp. 3
Leistung (%)	96,0	99,6	99,6	99,7	99,8
Luftstrom bei 2 mbar (l)	7,00	4,15	4,4	5,90	6,40
Staubladung (g)		Druckabfall (mbar) 10 Liter			
0	3,21	5,14	4,86	3,44	3,20
0,5	8,90	7,70	6,02	4,05	4,48
1,0	24,19	13,37	7,87	5,79	6,25
1,5	51,64	25,87	11,80	7,20	8,45
2,0	79,58	53,06	19,03	8,61	11,30
2,5	110,00	100,32	33,22	10,14	13,70
3,0			56,56	11,98	16,16
3,5			96,30	13,87	18,33
4,0				16,07	20,62
4,5				18,26	22,62
5,0				20,81	24,61
5,5				23,46	26,83
6,0				27,23	29,19
6,5				31,21	31,09
7,0				35,68	32,99
7,5				42,74	36,00
8,0				50,70	39,60
8,5				62,02	43,95
9,0				74,20	48,28
9,5				89,20	53,20
10,00				106,36	58,68

10,5	65,57
11,0	73,80
11,5	81,75
12,0	93,04
12,5	106,11

### Patentansprüche

1. Filter zum Entfernen von Partikeln, die in einem Gas mitgerissen werden, umfassend eine Mehrzweck-Filtrationskapazitätsschicht, die stromaufwärts einer zweiten Filtrationsschicht in Richtung des Luftstroms angeordnet ist,

wobei die zweite Filtrationsschicht ausgewählt ist aus:

(a) einem naßgelegten oder trockengelegten Filter mit einem Flächengewicht von etwa 30–100 g/m<sup>2</sup> und einer Luftdurchlässigkeit von etwa 100–3000 l/(m<sup>2</sup> × s); und

(b) einem thermisch gebondeten Nonwoven mit einem Flächengewicht von etwa 10–100 g/m<sup>2</sup> und einer Luftdurchlässigkeit von etwa 100–3000 l/(m<sup>2</sup> × s); und

die Mehrzweck-Filtrationskapazitätsschicht ausgewählt ist aus:

(a) einem naßgelegten oder trockengelegten Hochstaubkapazitätspapier mit einem Flächengewicht von etwa 30–150 g/m<sup>2</sup> und einer Luftdurchlässigkeit von etwa 500–8000 l/(m<sup>2</sup> × s);

(b) einem hochvoluminösen Meltblown-Nonwoven mit einem Flächengewicht von etwa 30–180 g/m<sup>2</sup> und einer Luftdurchlässigkeit von etwa 300–1500 l/(m<sup>2</sup> × s); und

(c) einem modularen Spunblown-Papier mit einem Flächengewicht von etwa 20–150 g/m<sup>2</sup> und einer Luftdurchlässigkeit von etwa 200–3000 l/(m<sup>2</sup> × s).

2. Filter nach Anspruch 1, wobei die Mehrzweck-Filtrationsschicht wirksam ist, um für den Filter einen Druckabfall von höchstens 30 mbar bei einer Feinstaubbeladung von wenigstens 6,5 Gramm bestimmt nach DIN 44956-2 bereitzustellen.

3. Filter nach Anspruch 1, wobei das naßgelegte Hochstaubkapazitätspapier Fasern umfasst, umfassend wenigstens 15% aufladbare oder nicht-aufladbare synthetische Fasern und eine komplementäre Menge an Wood-Pulp-Fasern und Bindemittel.

4. Filter nach Anspruch 3, wobei die synthetischen Fasern Polyester sind.

5. Filter nach Anspruch 3, wobei die synthetischen Fasern Polyolefinfasern sind.

6. Filter nach Anspruch 5, wobei die Polyolefinfasern elektrostatisch geladenes Polypropylen sind.

7. Filter nach Anspruch 1, wobei die Mehrzweck-Filtrationsschicht ein trockengelegtes Hochstaubkapazitätspapier einer Zusammensetzung umfasst, ausgewählt aus

(a) latex-gebondeten Fluff-Pulp-Fasern,

(b) thermisch bondbaren Schmelzfasern,

(c) einer thermisch gebondeten Mischung aus thermisch bondbaren Polymerschmelzfasern und Fluff-Pulp-Fasern,

(d) einer thermisch gebondeten Mischung aus thermisch bondbaren Schmelzfasern, Fluff-Pulp-Fasern und Splitfilmfasern,

(e) einer thermisch gebondeten Mischung aus gemischten elektrostatischen Fasern.

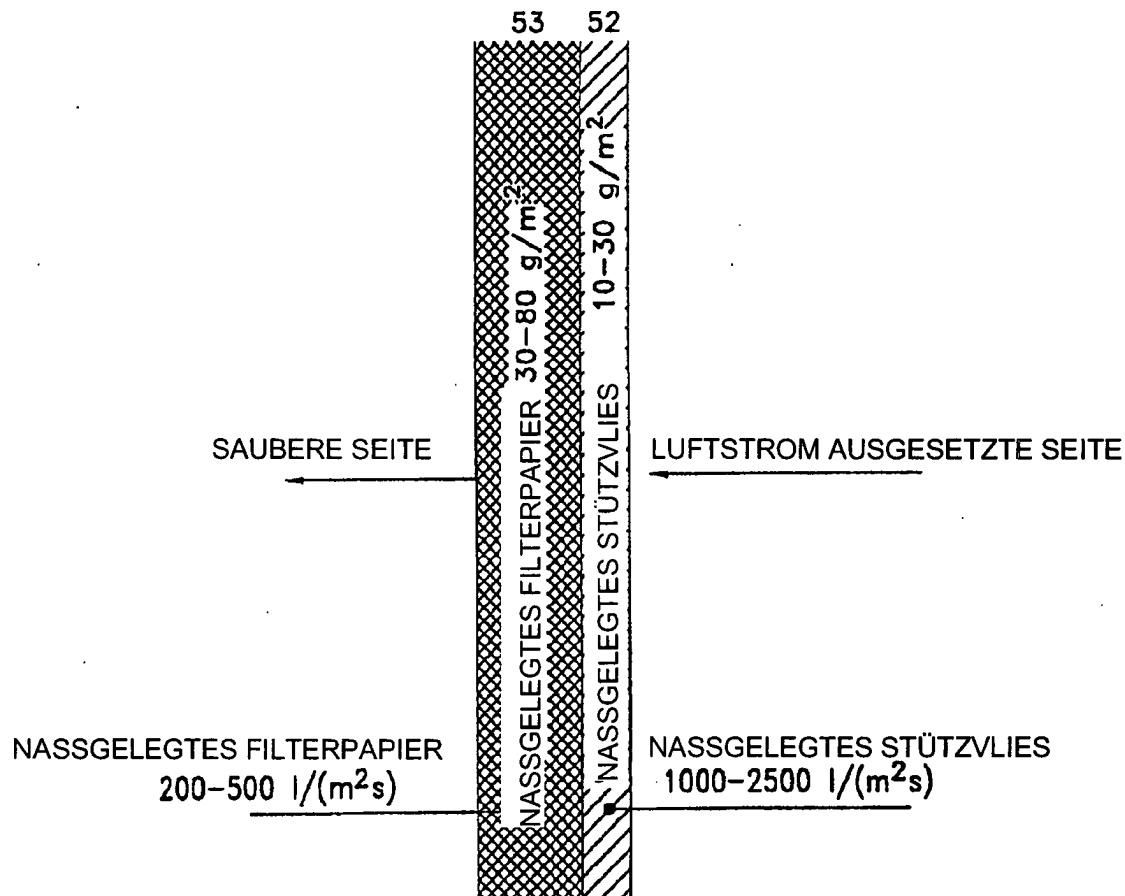
8. Filter nach Anspruch 7, wobei die thermisch bondbaren Schmelzfasern Bikomponentenpolymerfasern sind.

9. Filter nach Anspruch 8, wobei die Bikomponentenpolymerfasern Polyolefin sind.

10. Filter nach Anspruch 9, wobei die Bikomponentenpolymerfasern einen Kern aus Polypropylen und einen Mantel aus Polyethylen haben.

11. Filter nach Anspruch 8, wobei die Bikomponentenpolymerfasern einen Kern haben, der exzentrisch bezüglich des Mantels angeordnet ist.
12. Filter nach Anspruch 11, wobei der Kern längsseits des Mantels angeordnet ist.
13. Filter nach Anspruch 11, wobei die Splitfilmfasern elektrostatisch geladen sind.
14. Filter nach Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Meltblown-Vliesschicht mit einem Flächengewicht von etwa 10–50 g/m<sup>2</sup> und einer Luftdurchlässigkeit von etwa 100–1500 l/(m<sup>2</sup> × s), die zwischen der Mehrzweck-Filtrationsschicht und der zweiten Filtrationsschicht angeordnet ist.
15. Filter nach Anspruch 14, wobei die Meltblown-Vliesschicht elektrostatisch geladen ist.
16. Filter nach Anspruch 1, wobei das thermisch gebondete Nonwoven die am weitesten stromabwärts angeordnete Schicht ist.
17. Filter nach Anspruch 1, wobei wenigstens zwei benachbarte Schichten der Struktur gebondet sind.
18. Filter nach Anspruch 17, wobei die zwei gebondeten benachbarten Schichten die Mehrzweck-Filtrationsschicht und die zweite Filtrationsschicht sind.
19. Filter nach Anspruch 17, wobei alle benachbarten Schichten der Struktur gebondet sind.
20. Filter nach Anspruch 1, wobei das hochvoluminöse Meltblown-Nonwoven elektrostatisch geladen ist.
21. Filter nach Anspruch 1, wobei wenigstens eine der Schichten aus einem aufladbaren Material ist und die aufladbare Schicht elektrostatisch geladen ist.
22. Wegwerfstaubsaugerbeutel umfassend einen Filter nach einem der Ansprüche 1–21.

Es folgen 26 Blatt Zeichnungen



51

FIG. 1  
(STAND DER TECHNIK)

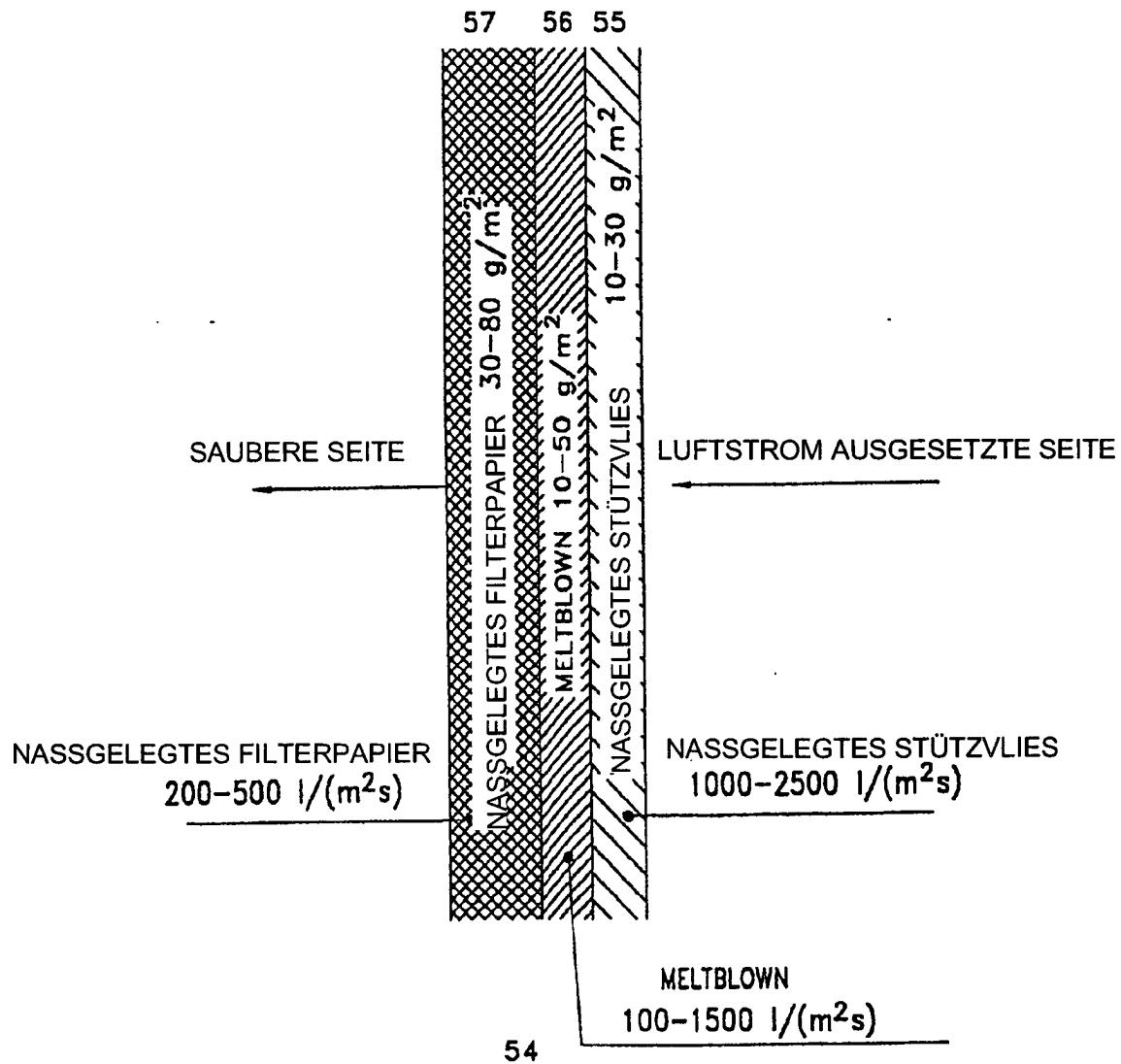


FIG. 2  
(STAND DER TECHNIK)

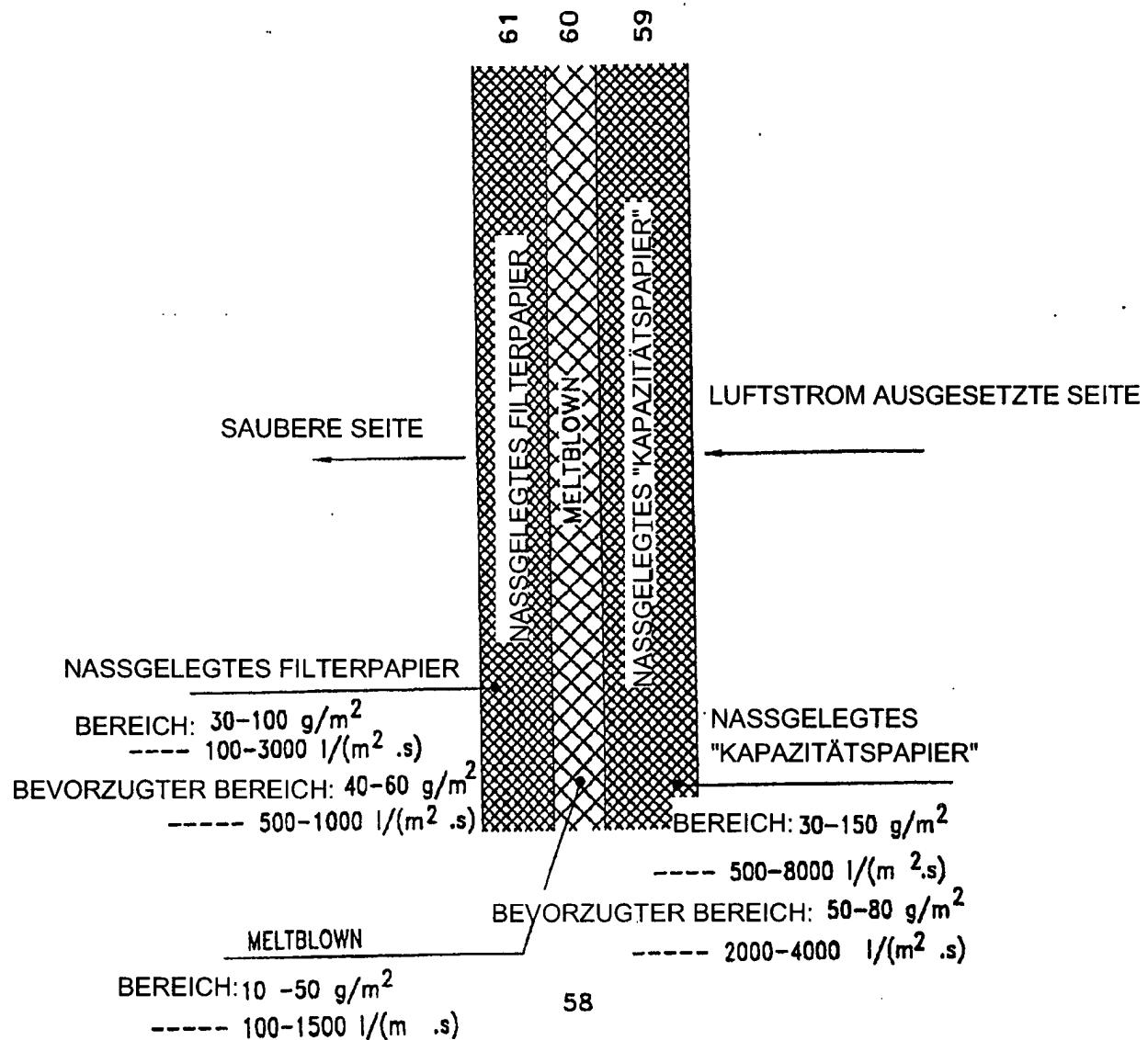


FIG. 3

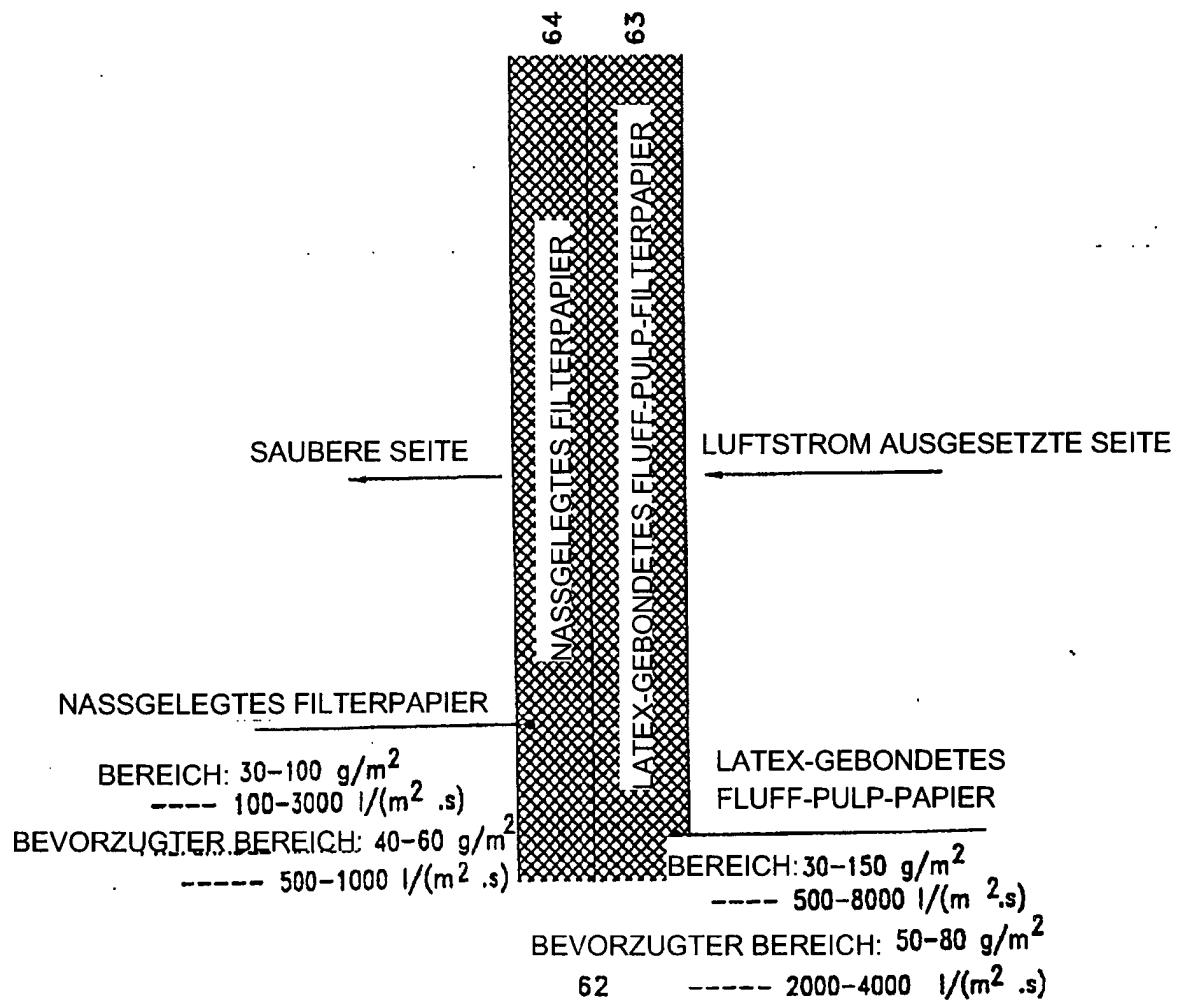


FIG. 4

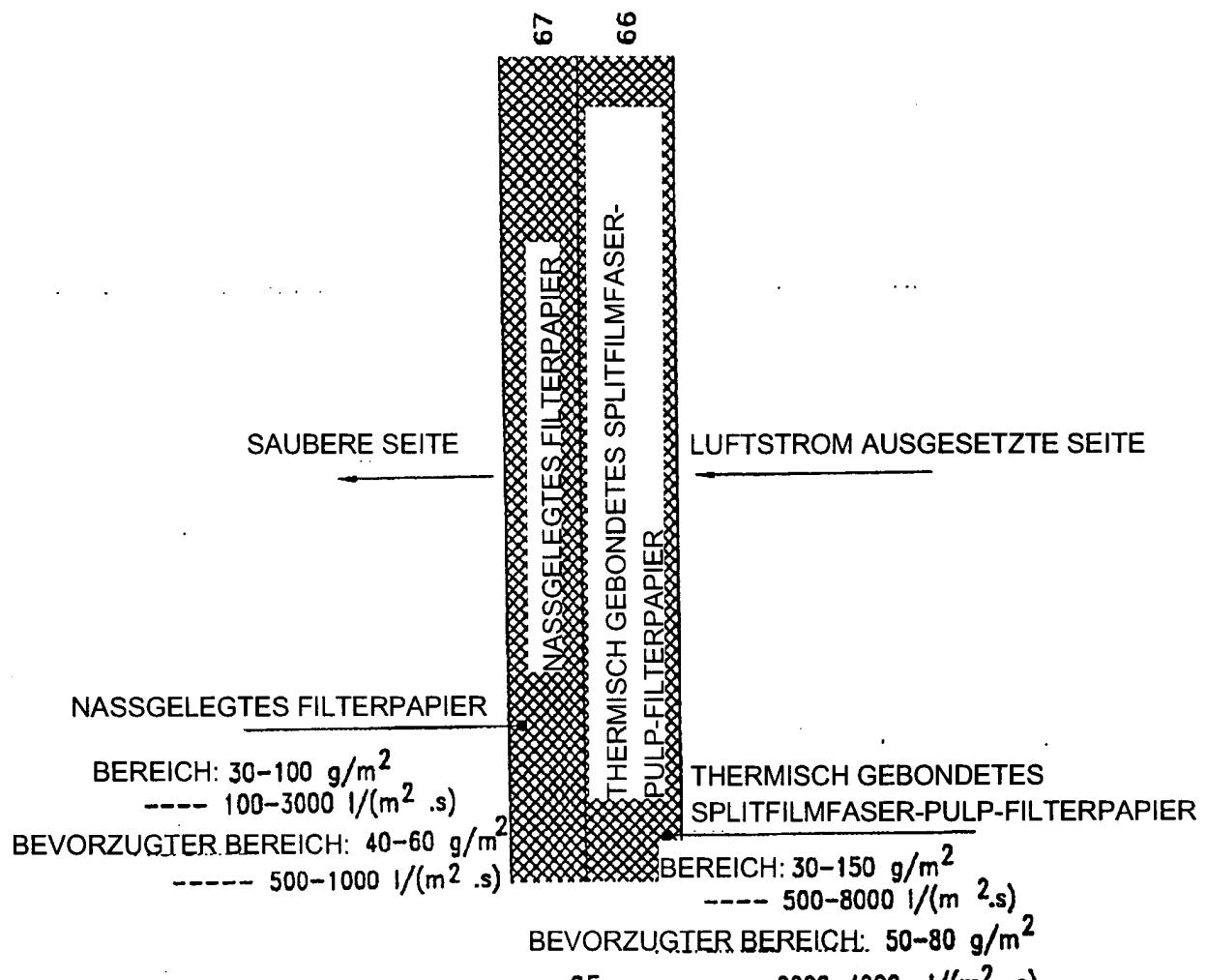
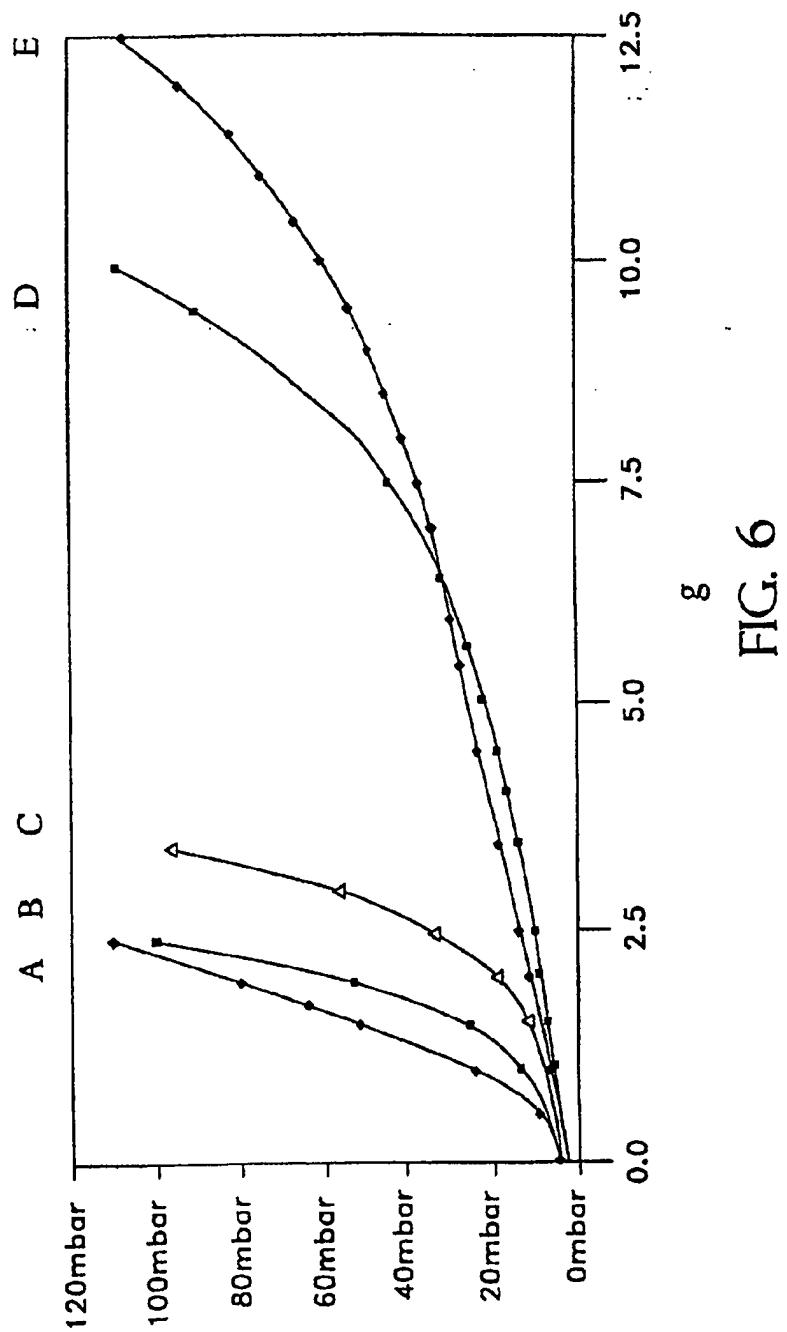
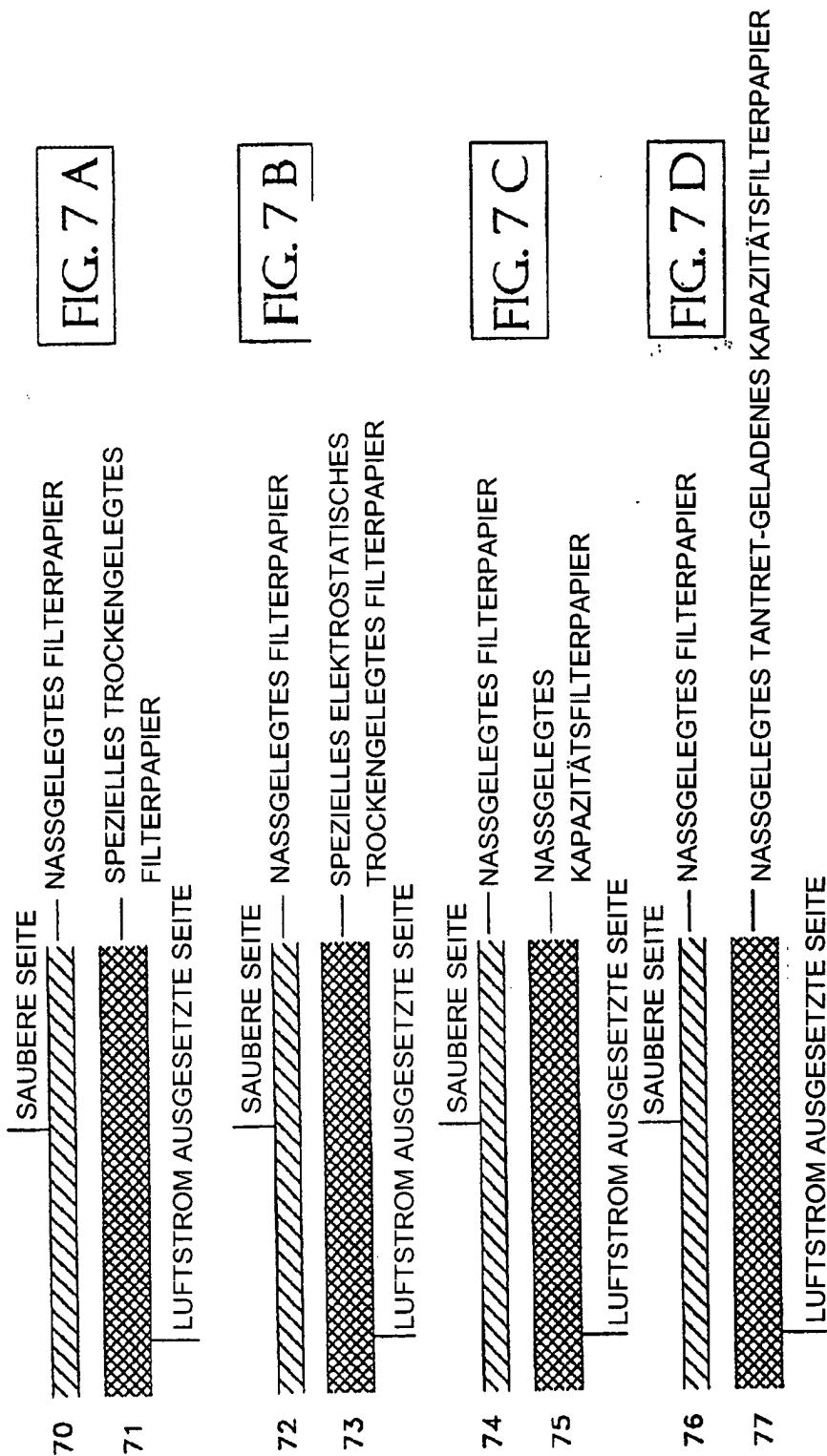
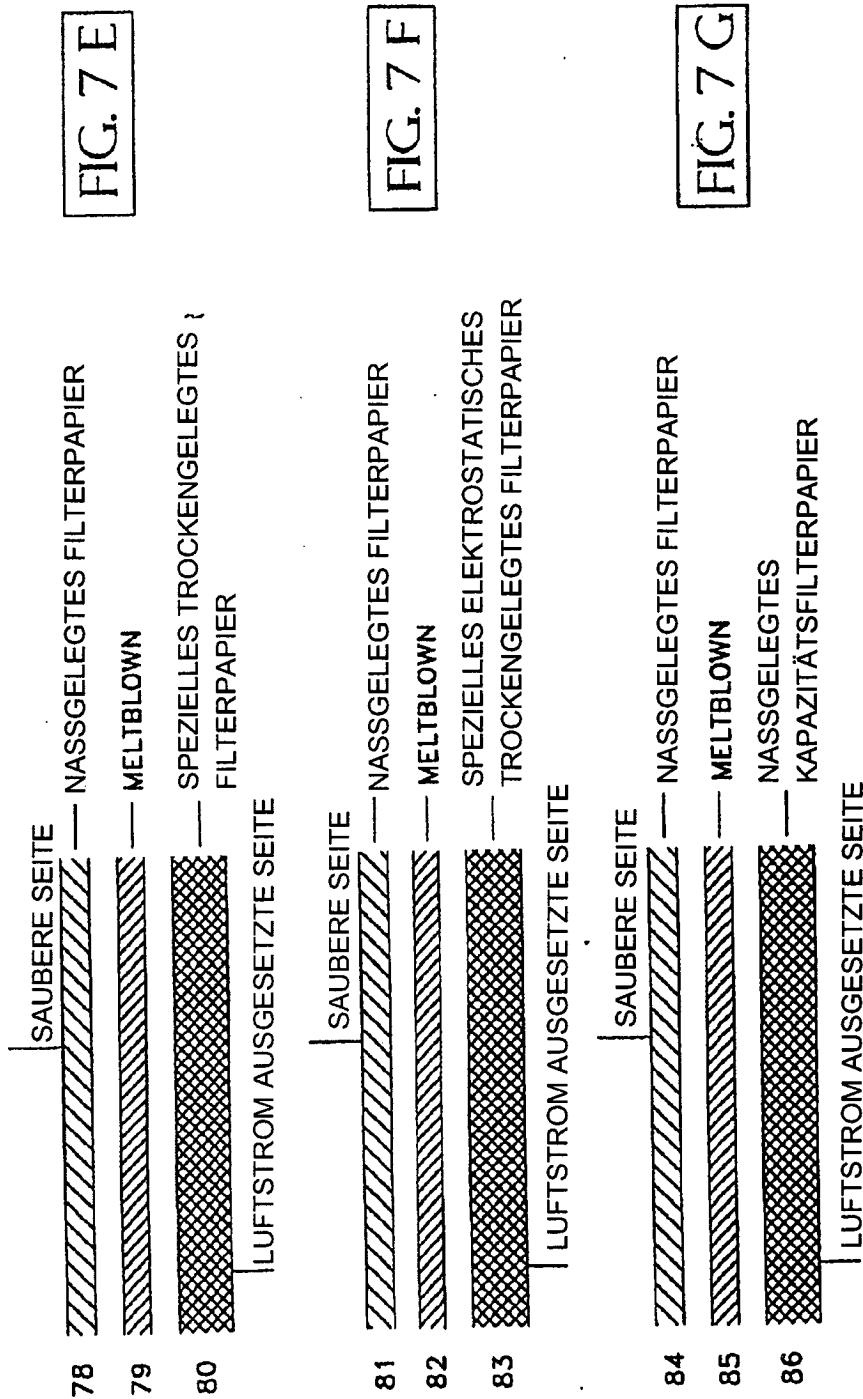
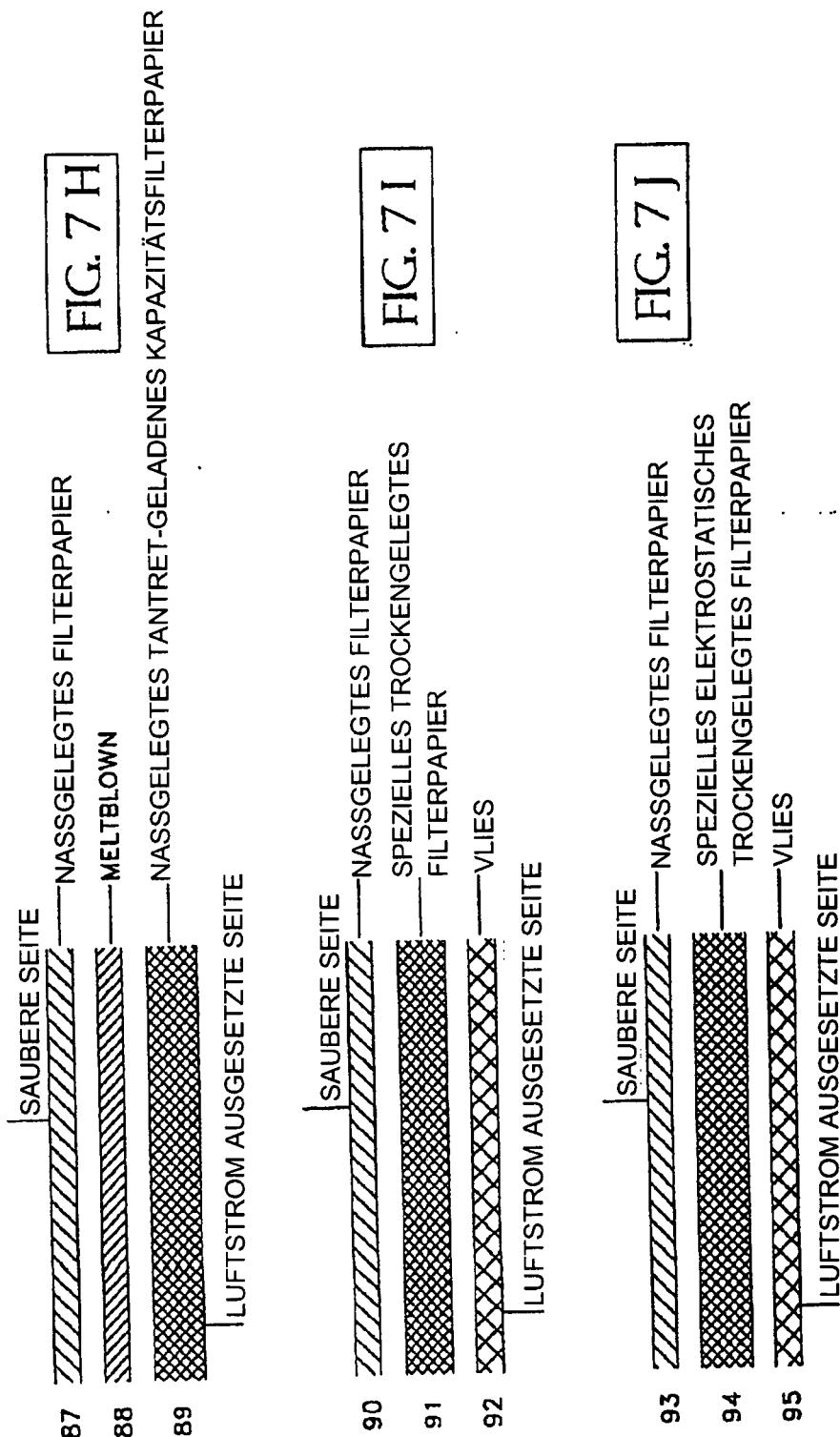


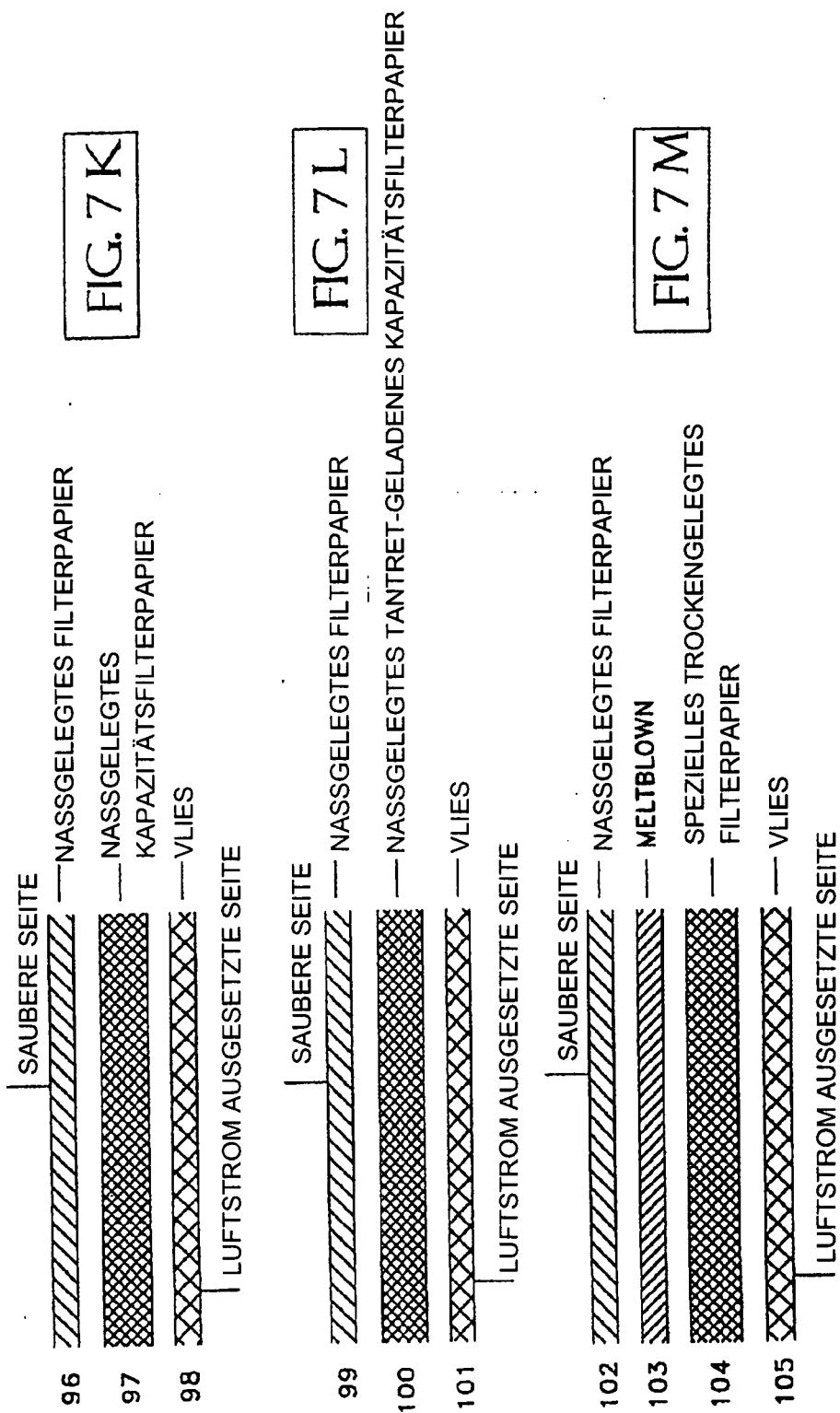
FIG. 5

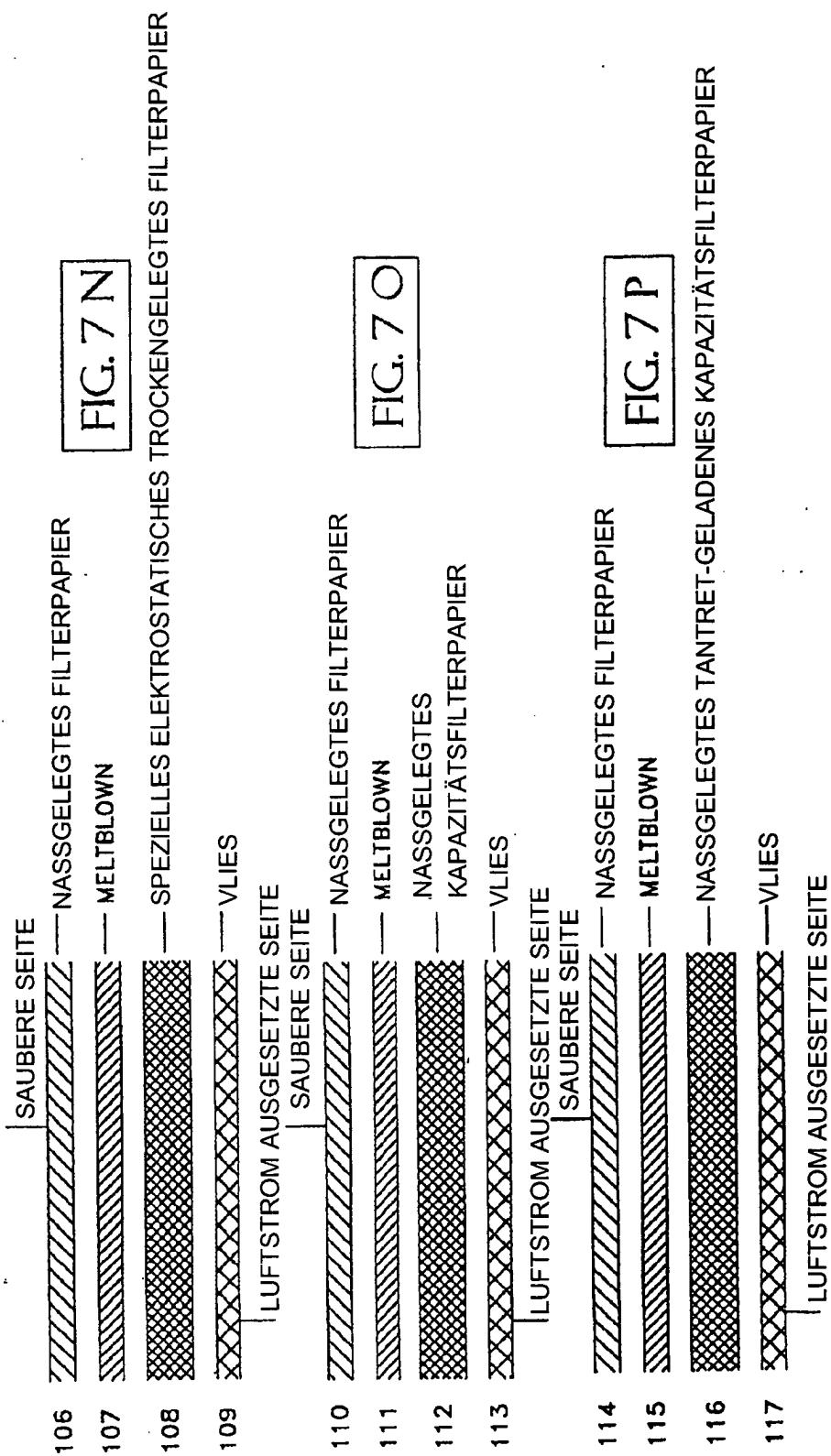


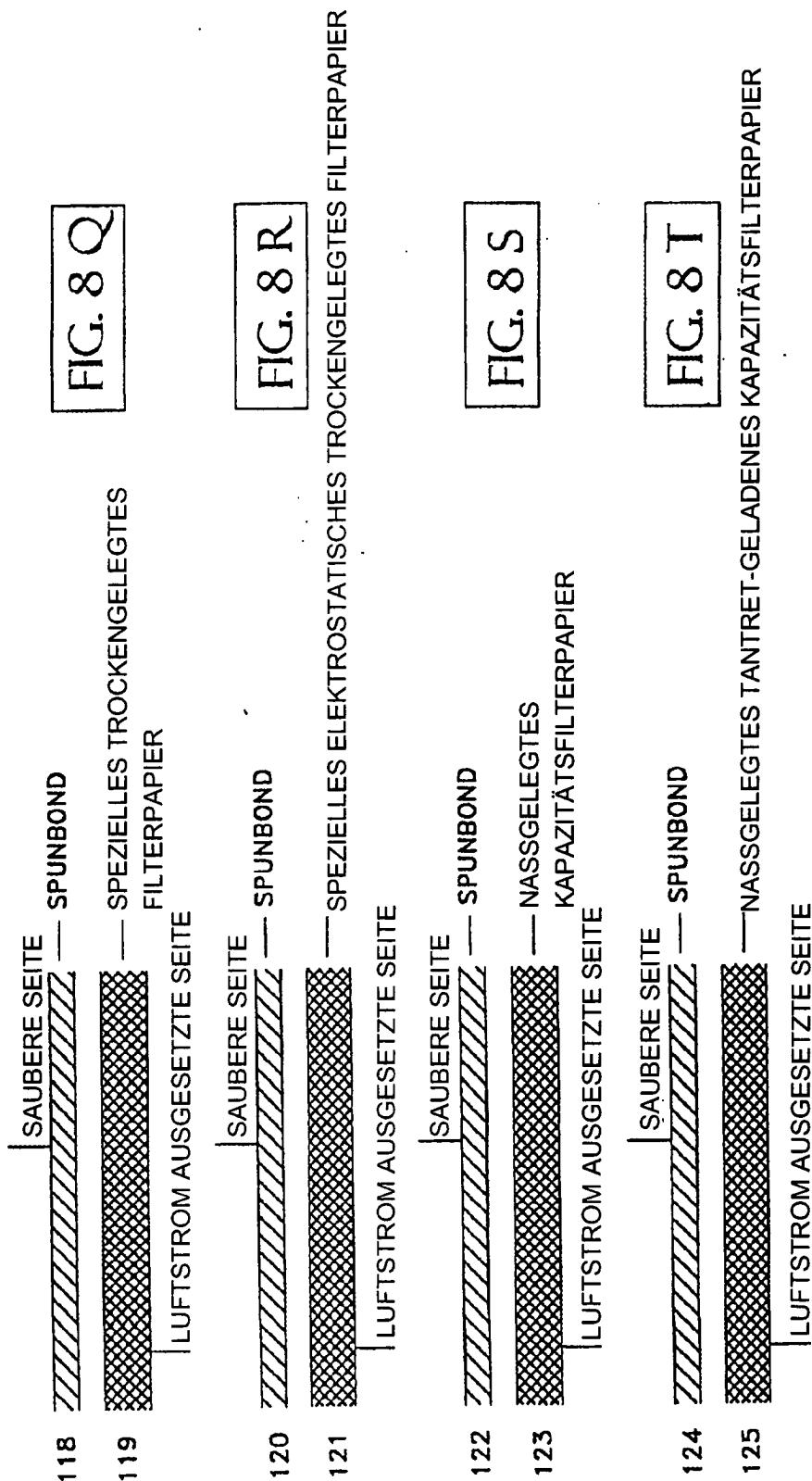


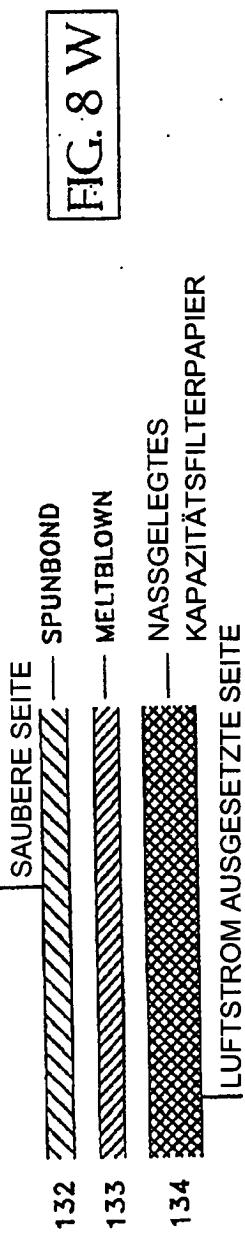
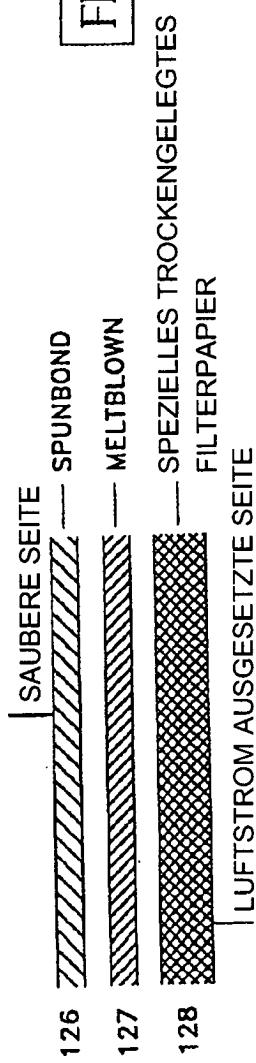


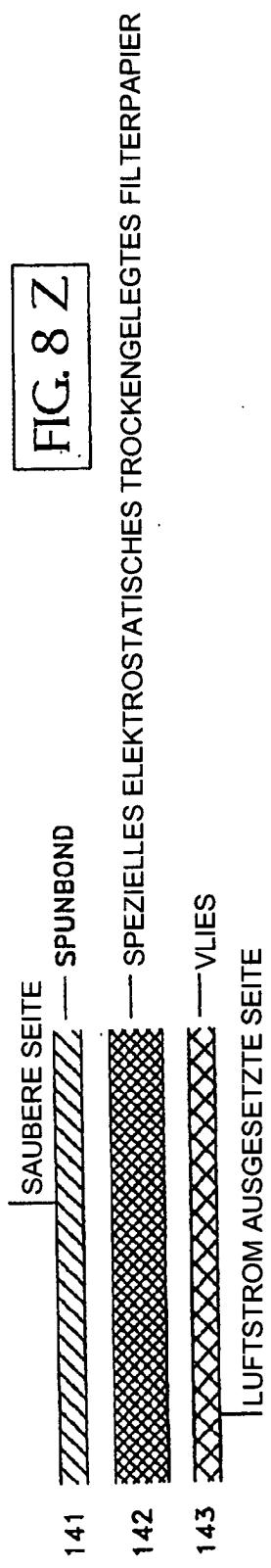
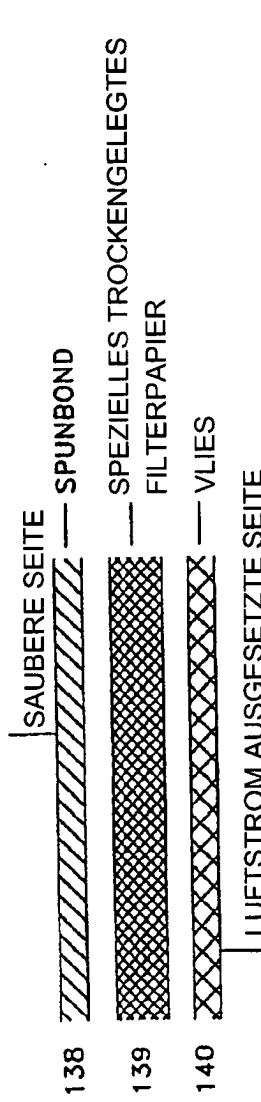
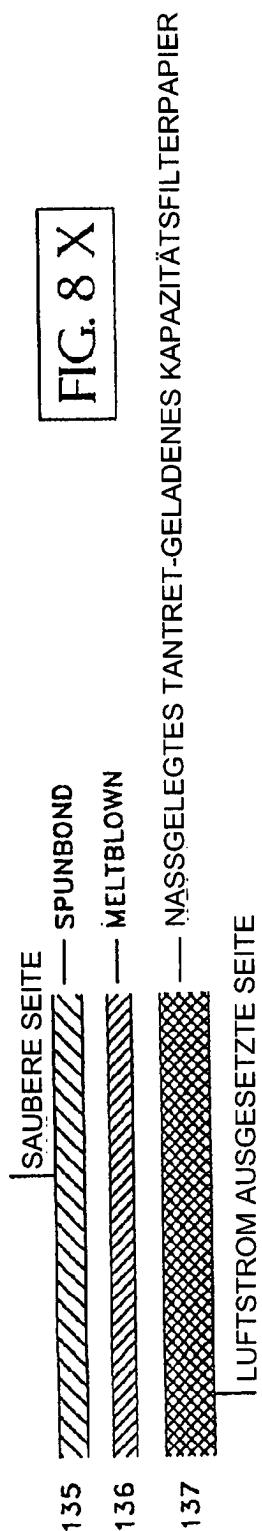












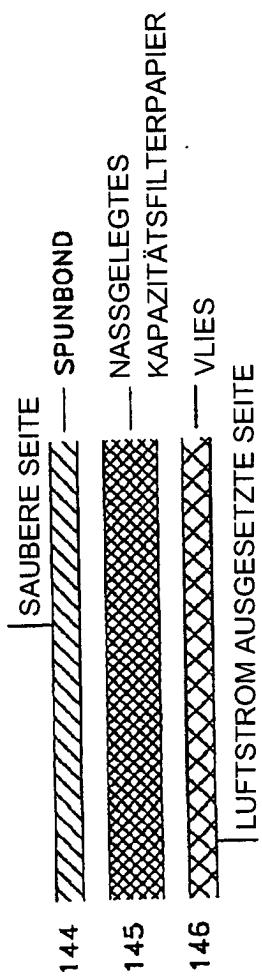


FIG. 8 A A

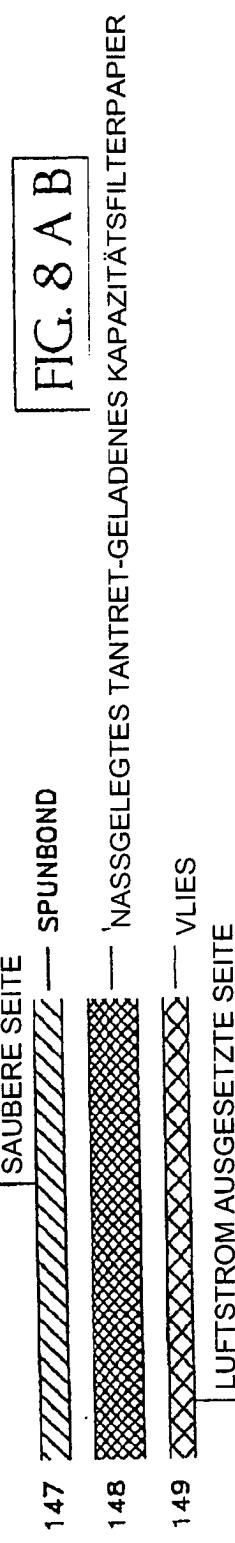


FIG. 8 A B

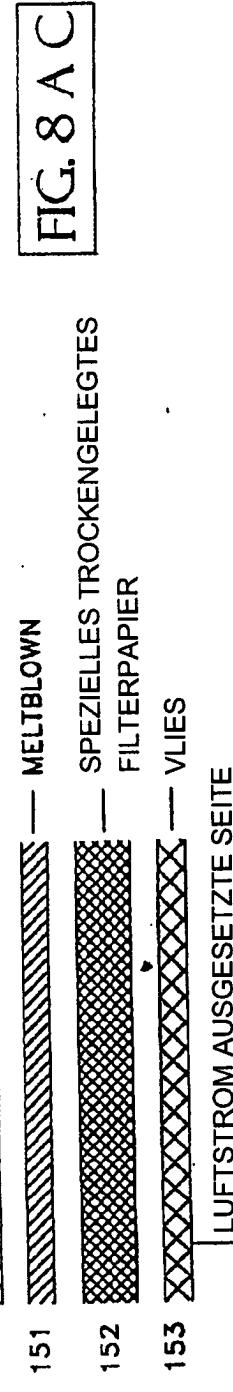
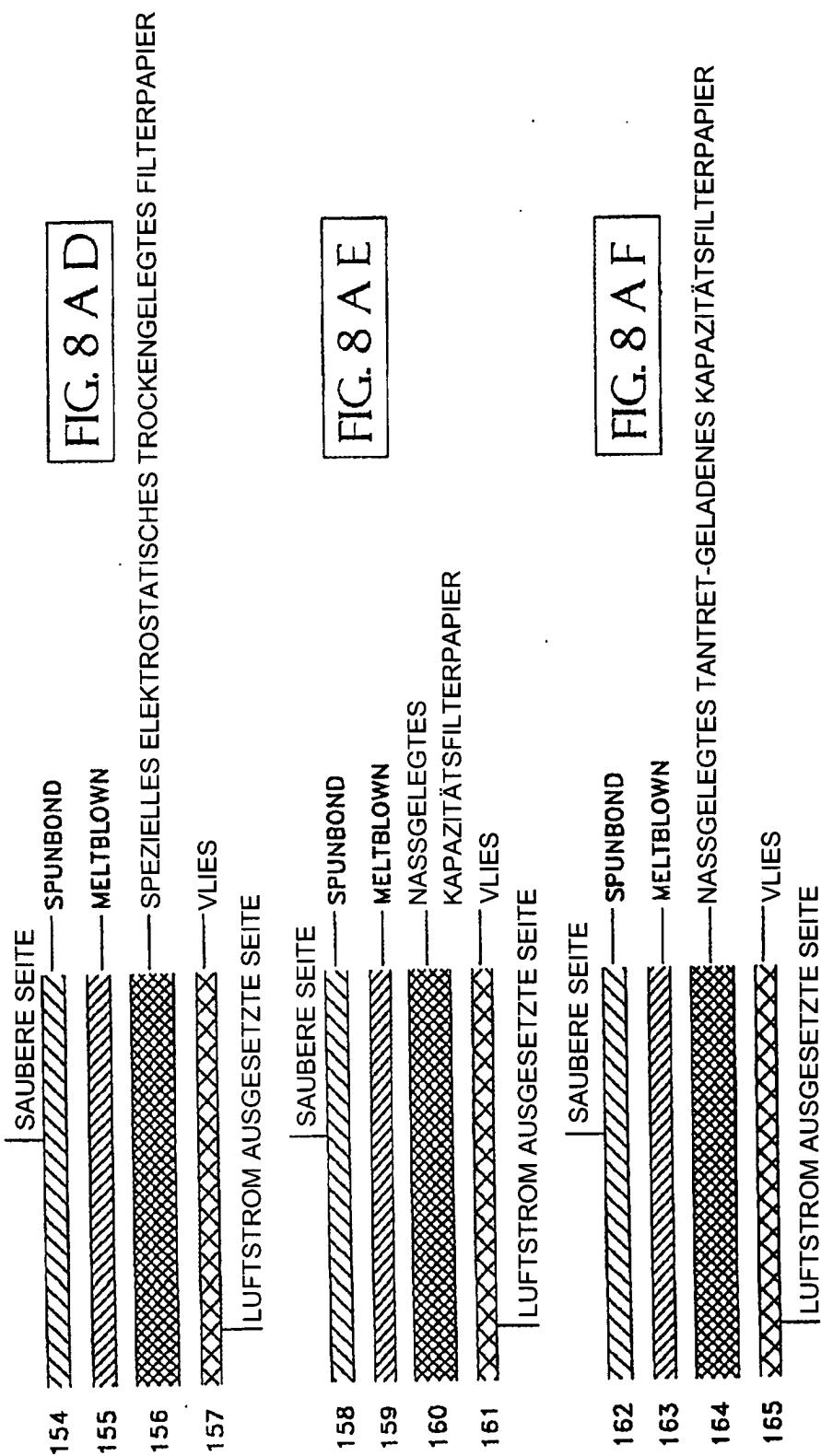


FIG. 8 A C



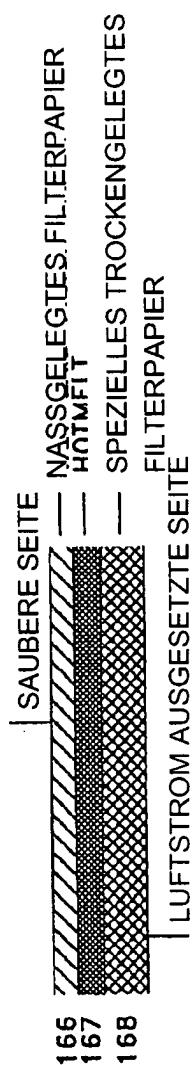


FIG. 9 A G

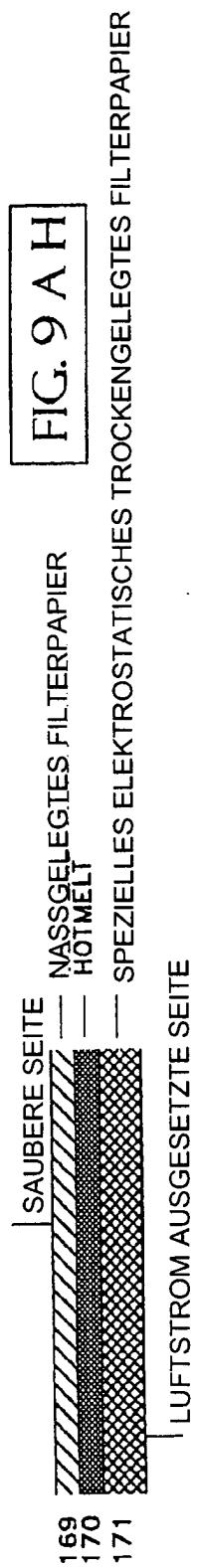


FIG. 9 A H

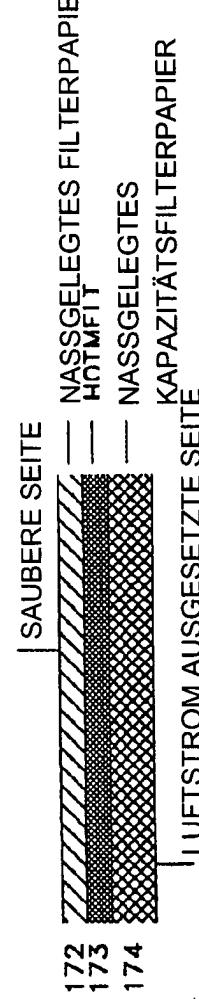
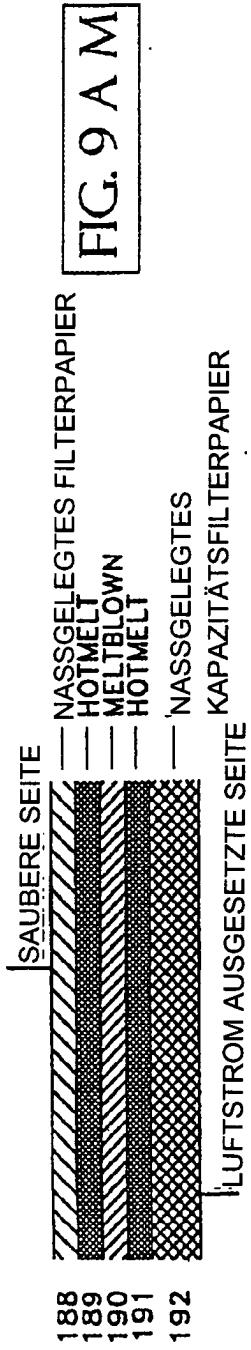
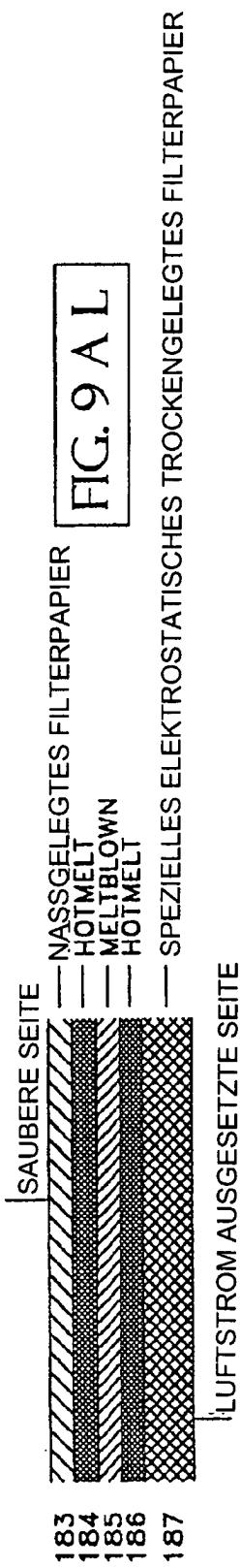
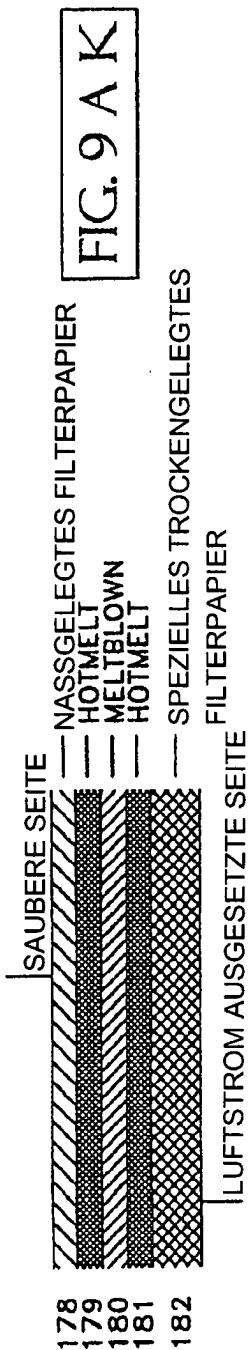
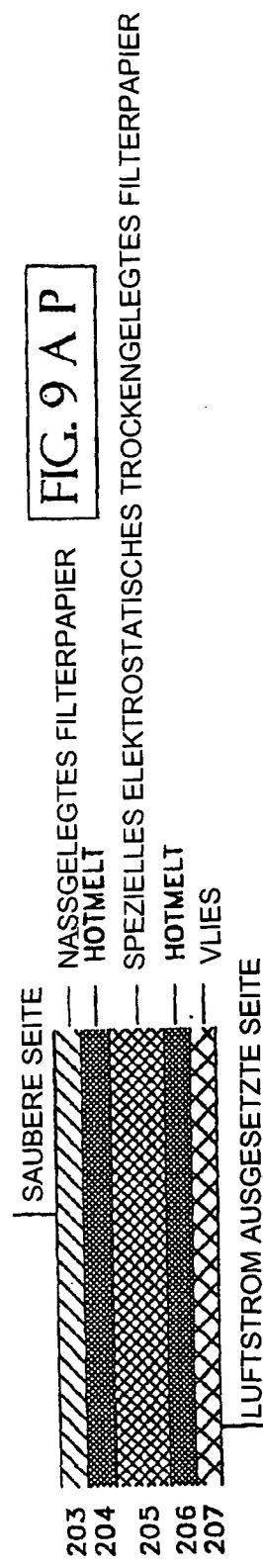
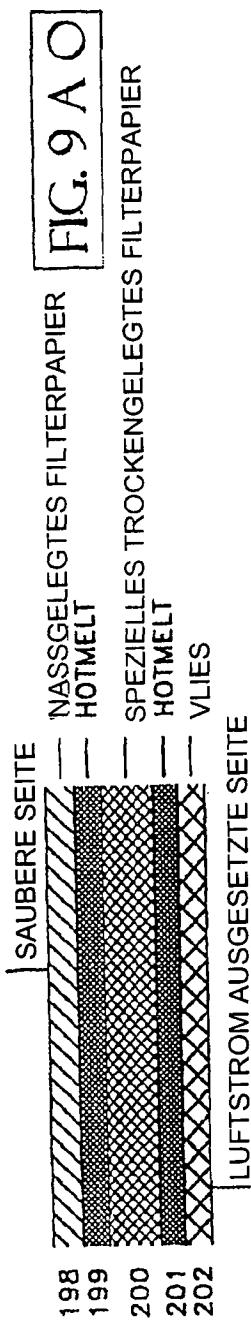


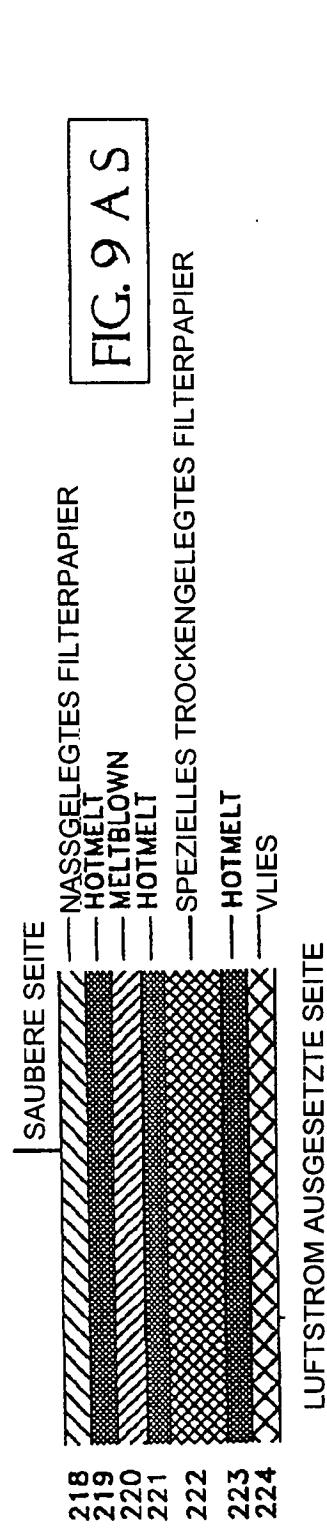
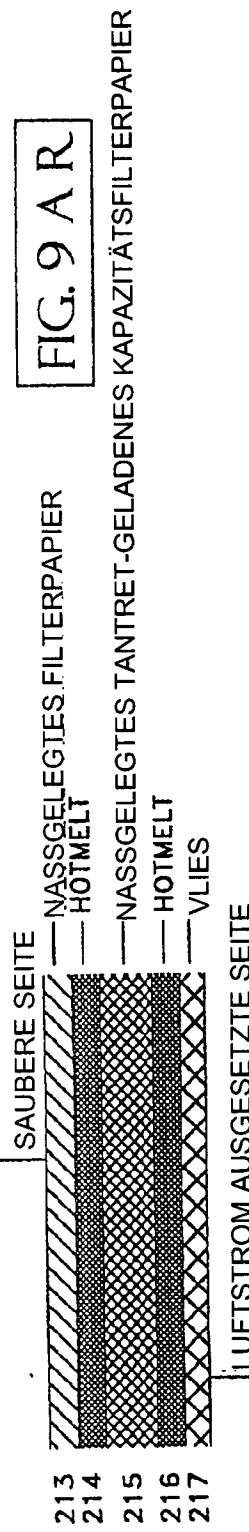
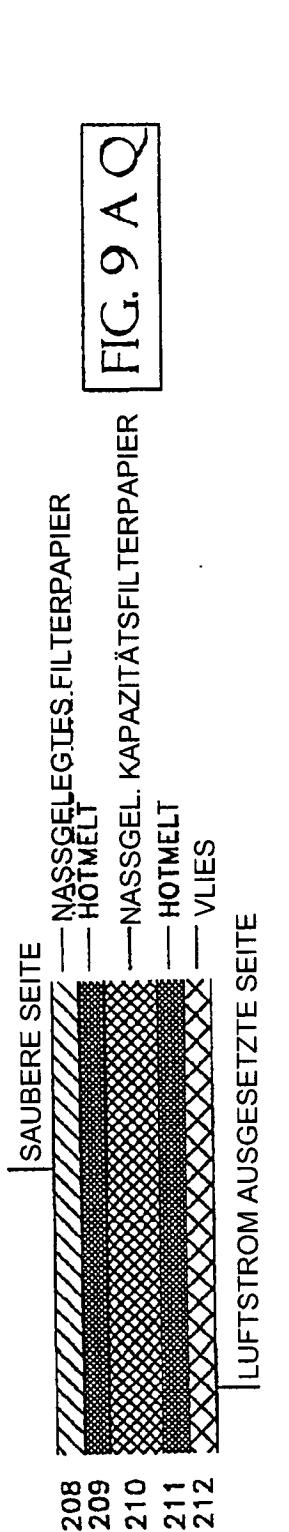
FIG. 9 A I

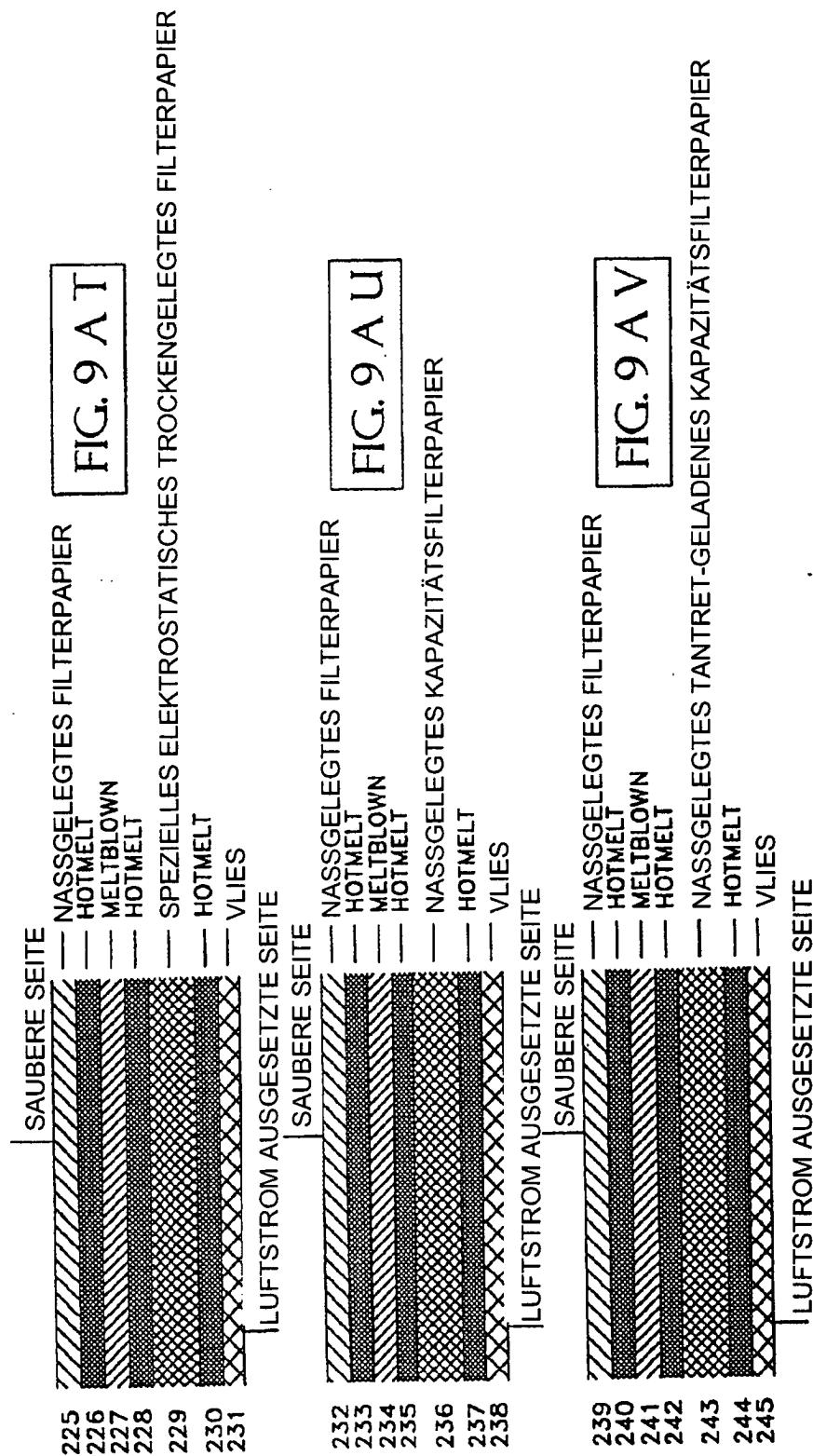


FIG. 9 A J









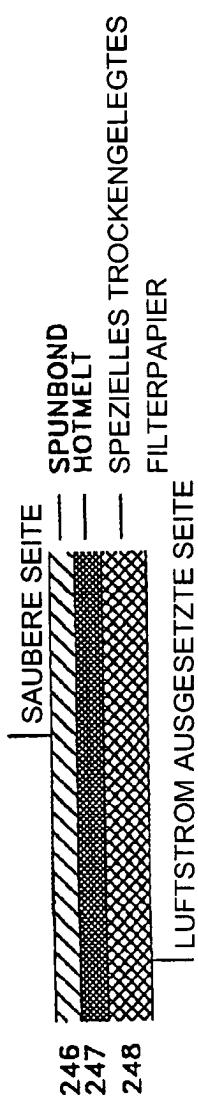


FIG. 9 A W

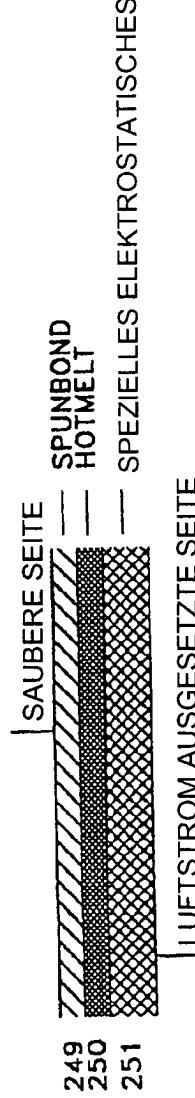


FIG. 9 A X

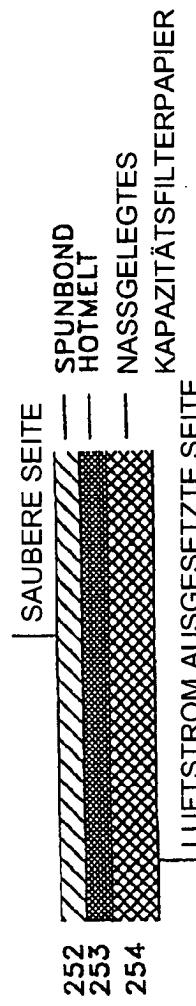
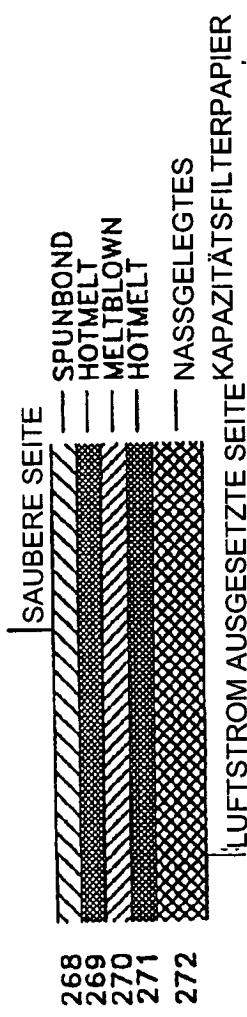
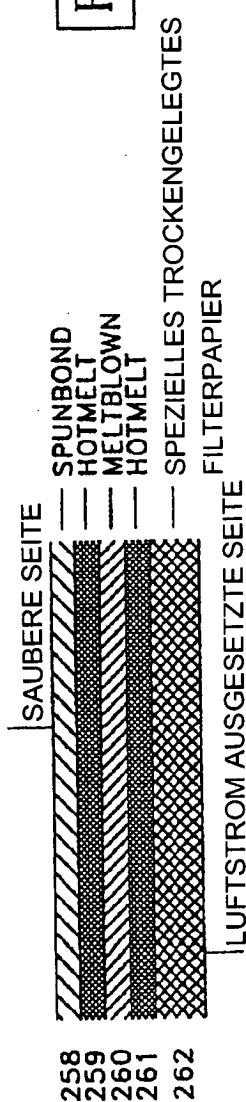
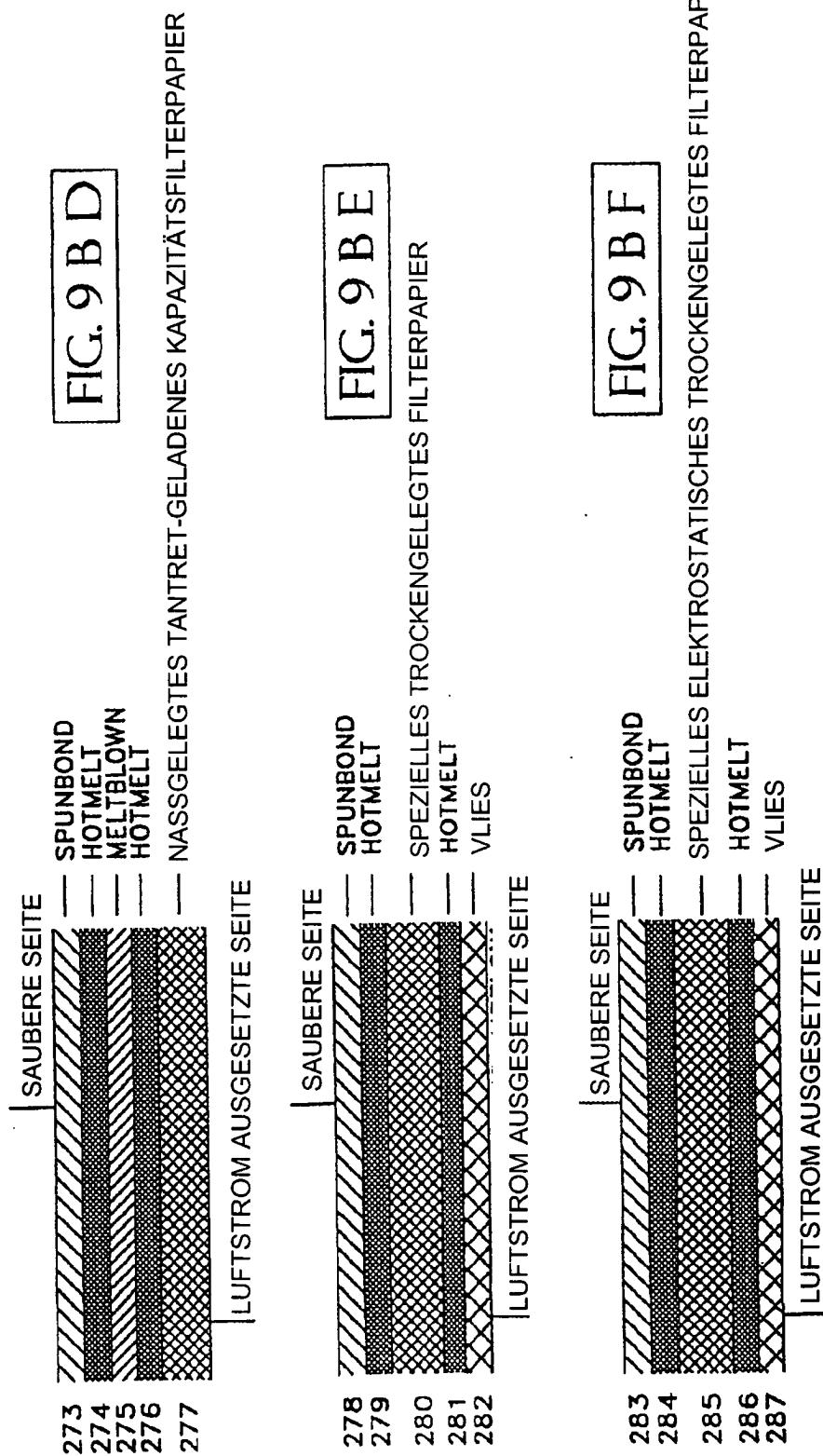


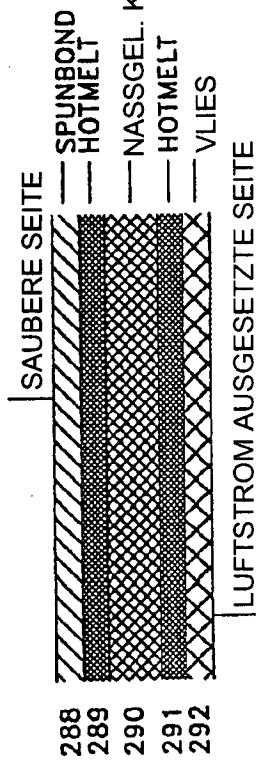
FIG. 9 A Y



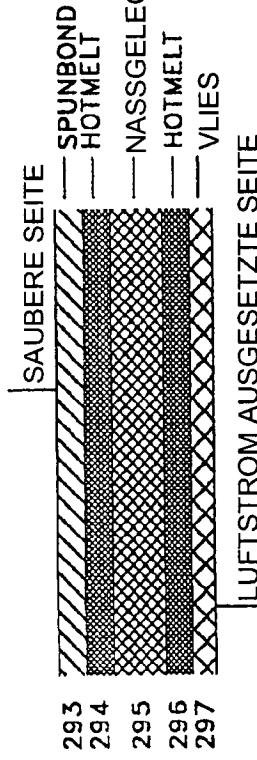
FIG. 9 A Z



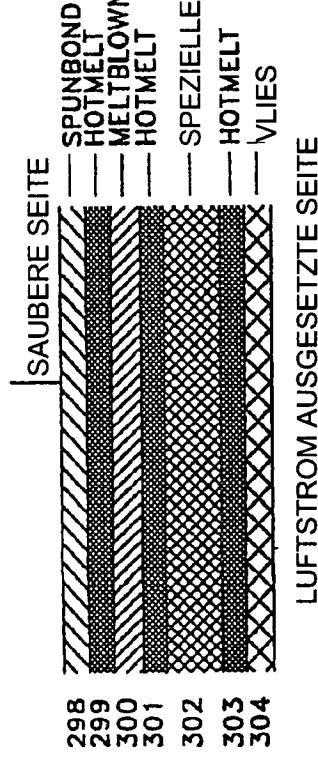




**FIG. 9 B G**



**FIG. 9 B H**



**FIG. 9 B I**

