

4.2 積層体の構造の概要

本節では、積層体の構造の概要について述べる。

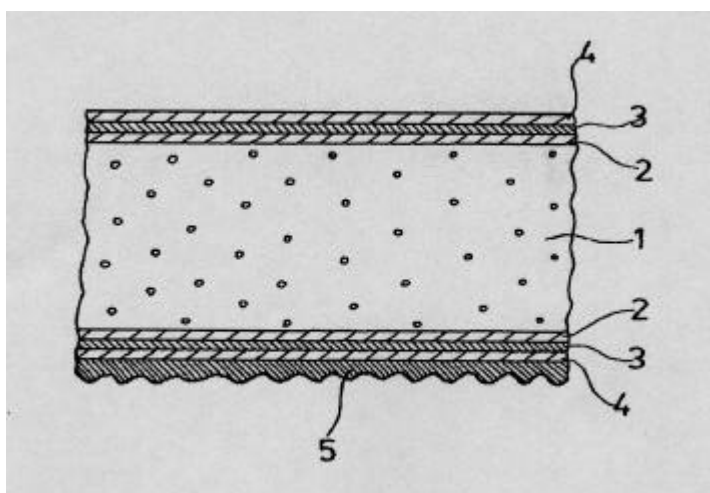
(1) 発泡体層積層体

発泡体層積層体は一般的には、ポリウレタンフォームなどの発泡体層を芯材として、用途に応じて、FRP、金属板、セラミックなどを表面材として用いたいいわゆるサンドイッチ構造をしたものが多い。そして、積層体はその機能、特に構造材としての機能を発揮するためには、強度および剛性の確保が重要であり、そのためには層間の結合が重要な要素である。発泡体積層体においては、一般的には発泡体が発泡するときの自己接着力を利用するケースが多いが、芯材と表面材との間に接着剤を含浸させた層をはさんでより強固な接着力を持たせるケースも多い。

発泡体として使用する樹脂の種類、発泡手段、発泡倍率および泡の構造あるいは層の形成方法、積層手段、芯材の材料の種類など多様性に富んでおり、目的に応じてこれらの項目を適宜選択することが可能になる。

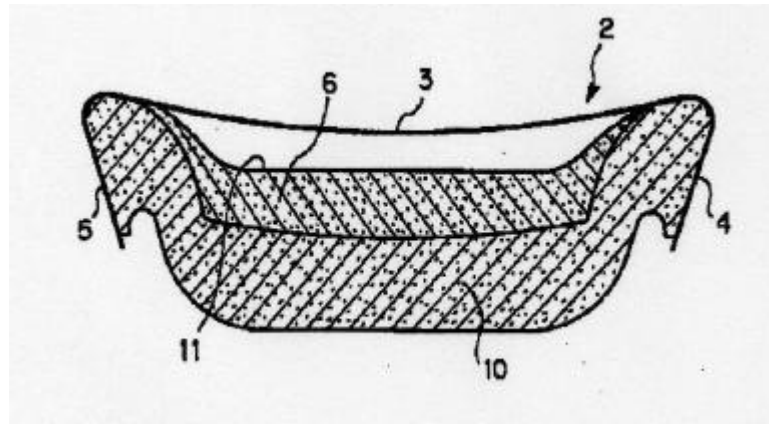
発泡体層は、第1章および第2章で述べたように、強度・剛性、熱伝導、透過・遮蔽、軽量化などを主な機能として、建材、運輸関連、包装材、生活用材、家具・調度品などに多く用いられている。その具体的な使用例として、壁パネル、断熱パネル、耐火パネル、耐火性断熱サンドイッチパネル、防音パネル、自動車用インストルパネル、自動車用シートクッション、鉄道車両用吸音床構造、果実用トレイ、制振複合版、衝撃吸収体、遮音用構造体、極低温タンク断熱用パネル、誘電体基板、プリント配線板、印刷用シート、キャリアケースなどがあげられる。このうち耐火性断熱サンドイッチパネルと自動車用シートクッションの図を示す。

図 4.2-1 耐火性断熱サンドイッチパネル



特公平 2-11421

図 4.2-2 自動車用シートクッション



特開平 10-15961

発泡体層積層体において重要な課題は、発泡剤の選択である。これまでは発泡剤としてクロロフルオロカーボン(CFC)あるいはハイドロフルオロカーボン(HCFC)発泡剤、例えばCFC-11などが使われてきた。しかしCFC-11などの塩素系の発泡剤は、成層圏のオゾン層の破壊に寄与することが明らかになり、これに代わる発泡剤の要求が強くなっている。そのため、例えばハイドロカーボン(HC)やハイドロフルオロカーボン(HFC)あるいはイソシアネートと反応性発泡剤の水との反応によって生成する二酸化炭素を用いる方法などが検討されている。しかしこれらの材料は、HCFCやCFCなどに比べるとその熱伝導率が高く、発泡体層の断熱性がやや悪くなるためにさらなる発泡剤の開発が望まれている。

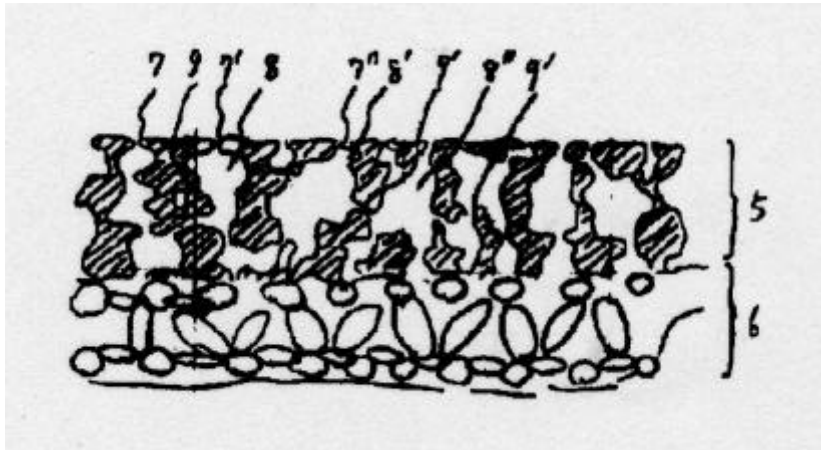
(2) 布帛層積層体

布帛とは、一般的に繊維より構成されたシート状のものをさし、織物・編物・不織布・フェルトなどを含んだものである。従って、布帛層積層体は主な層が織物・編物・不織布・フェルトなどで構成されたものである。一般的には用途に応じて布帛を重ねて積層構造とするが、布帛層積層体の場合には異なる構造の層例えば繊維層などと組合せることでより広い用途に適用することも行われている。構造的には、発泡体層積層体のようなサンドイッチ構造ではなく、必要に応じて層を重ねたいわゆるハイブリッド構造をしたものが多い。

布帛層積層体の主な機能は、強度・剛性、熱可塑、透過・遮蔽、軽量化、熱伝導、耐熱、弾性、軟質などであり、これらの機能を生かして建材、運輸関連、生活用材、電気・電子用材、家具・調度品などに用いられている。その具体的な例としては、天井板、内装材料、保温シート、吸音用内装材、自動車用内装材、高誘電率積層体、印刷回路用積層板、銅張積層板、衛生ナプキン、容器状多層フィルター、タイルカーペット、濾過材、生分解性積層体、不織構造体、衣服用複合布、履物の中敷、射出成形長靴などがあげられる。

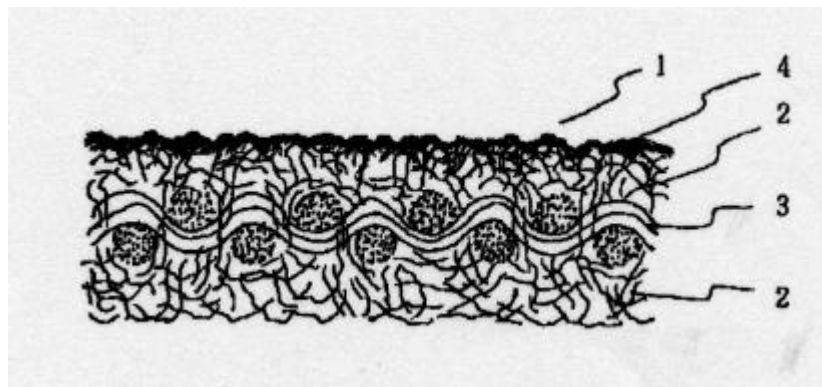
布帛層積層体の例を示すものとして、靴の中敷などに使用される透湿防水性布帛および耐熱性の高い不織布構造物の図を示す。

図 4.2-3 透湿防水性布帛



特開平 8-197660

図 4.2-4 耐熱性の高い不織布構造物

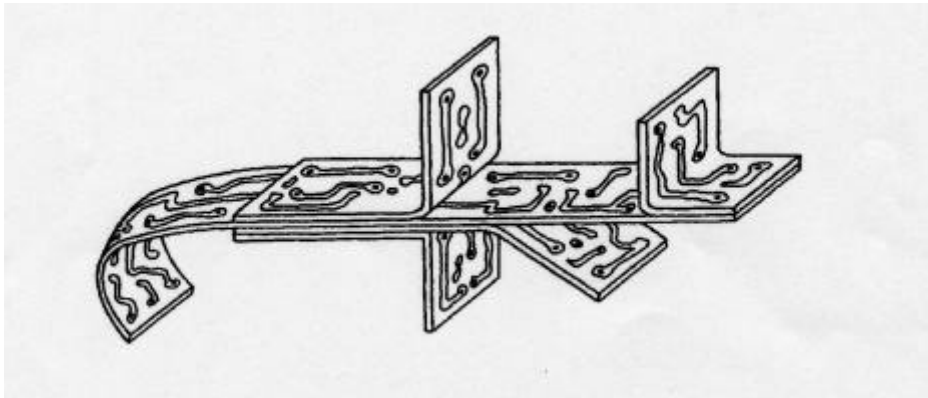


特開平 7-40487

布帛層積層体の重要な用途として、多層プリント配線基板がある。多層プリント配線基板は、樹脂を含浸したプリプレグの必要枚数と銅箔の厚さを決めた上で、これらを重ね合わせ加熱加圧して積層接着した銅張積層体をつくり、この上に導体パターンを形成して内装のコアとし、さらにプリプレグと銅箔とを一体化して作成する。

プリント配線基板のルーツは、昭和11年の「メタリコン法吹着配線方法(特許119384号)」の製品化まで遡ることができる。ベークライトを絶縁基板とし、その両面に熔融亜鉛を吹着けて導体パターンを形成したものに機能別部品をはんだ付けしラジオ受信機を生産したことに始まるものである。その後電子機器の軽薄短小化のニーズに対応して、プリント配線基板の導体パターンも高密度化・薄板化・多層化が進展し、特にコンピュータ関連機器ではいまや50層を超えたものも実現している。プリント配線基板の例(4層の例)を示す。

図 4.2-5 プリント配線基板



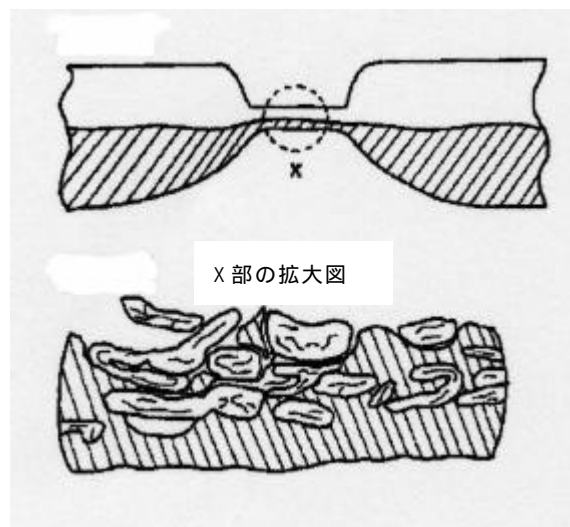
特公平 2-55958

(3) 繊維層積層体

繊維層積層体は、主な層が繊維で構成されている積層体である。一般的には(2)で取り上げた布帛層積層体とは基本的に同じような構造の積層体であるが、特に層を構成する繊維に特徴のあるものに注目した場合に繊維層積層体として、布帛層積層体と区別している。構造的には、布帛層積層体と同様にハイブリッド構造をしたものが多い。

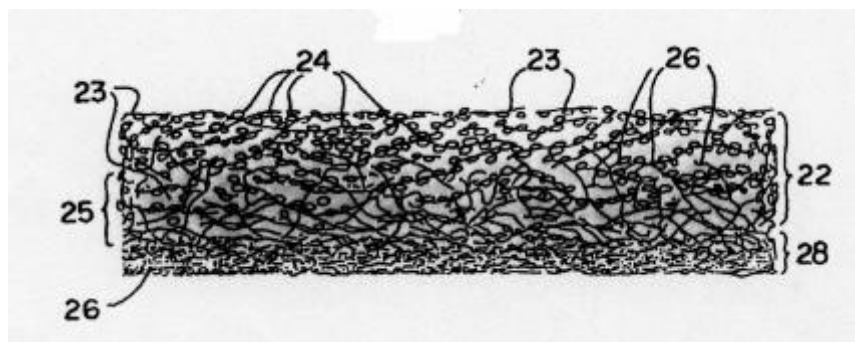
繊維層積層体の主な機能は、強度・剛性、熱可塑、透過・遮蔽、軽量化、熱伝導、耐熱、弾性、軟質などであり、この機能を生かして建材、運輸関連、生活用材、電気・電子用材、スポーツ用品など幅広い分野において利用されている。その具体的な使用例として、繊維強化樹脂複合材、FRP成形品、天井板、制振複合体、車両用樹脂成形品、熱可塑性プリプレグ積層体、プリント配線基板、静電気除去用シート、高誘電率積層体、印刷回路用積層板、銅張積層板、衛生ナプキン、吸収性使い捨て製品、抗菌クロス、マイクロファイバ質吸収体、ヘルメット帽体、釣竿などがあげられる。繊維層積層体の例として、柔軟性に富んだ吸収性の高い積層不織布の例を図に示す。

図 4.2-6 柔軟性に富んだ吸収性の高い積層不織布



特開平 7-207561

図 4.2-7 吸収性使い捨て製品



特公平 2-9823

繊維の技術は現在急激に発展しており、これらの繊維を活用した積層体の可能性は非常に大きい。例えば、航空・宇宙、海洋、土木、建築分野などの要求に対応した高強度・高弾性率繊維、高耐熱、高耐蝕性の環境性繊維、導電性、圧電性、放射線遮断性、吸塵性に富んだ特殊機能繊維、生体適合性、血液適合性などのバイオ繊維などが開発されており、これらがそれぞれの分野において活用されている。このような技術を背景に、よりいっそう複雑かつ高度な要求に対して、これらの繊維を複数組合せて積層化することによって対応することが可能となる。

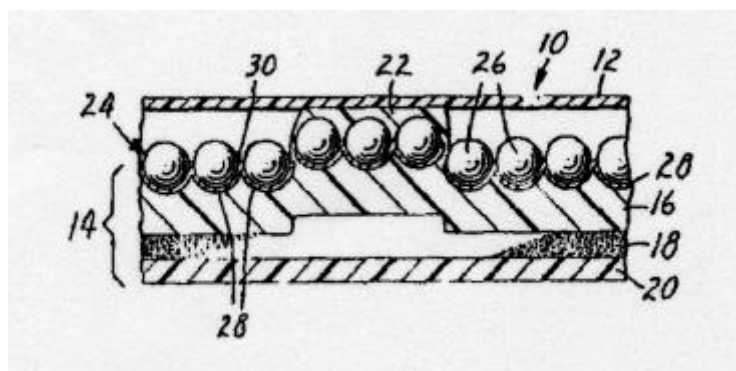
繊維層積層体の層間の結合手段には、接着剤による接着、熱を加えた融着あるいは繊維同士を交絡させる方法などがあり、それぞれの用途に応じて、最も望ましい手段を選択することができる。

(4) 粒状層積層体

粒状層積層体は、主な層が粒状層で構成されている積層体である。その主な機能は、強度・剛性、透過・遮蔽、吸収・吸着などであり、建材、運輸関連、包装材、生活用材、電気・電子用材などに用いられている。その具体的な使用例としては、弾性床材料、防音パネル、静電遮蔽用可撓性透明シート、自動車用ヘッドライナーパネル、多層包装フィルム、CD用パッケージ、治療用マットレス上敷き、再帰反射性製品、吸収材製品、化学電池用多孔性セパレータ、インクジェット印刷用記録材料などがあげられる。

積層体全体からみると使用割合はそれほど多くはないが、その特徴を活かした例として道路標識などに用いられる再帰反射性製品の図を示す。

図 4.2-8 再帰反射性製品



特開平 3-9837

(5) ハニカム層積層体

ハニカム層積層体は、一般的に芯材としてハニカム構造体を用いたサンドイッチ構造の積層体であり、積層体の中で発泡体層積層体および布帛層・繊維層積層体と並んで最も広く用いられているものである。

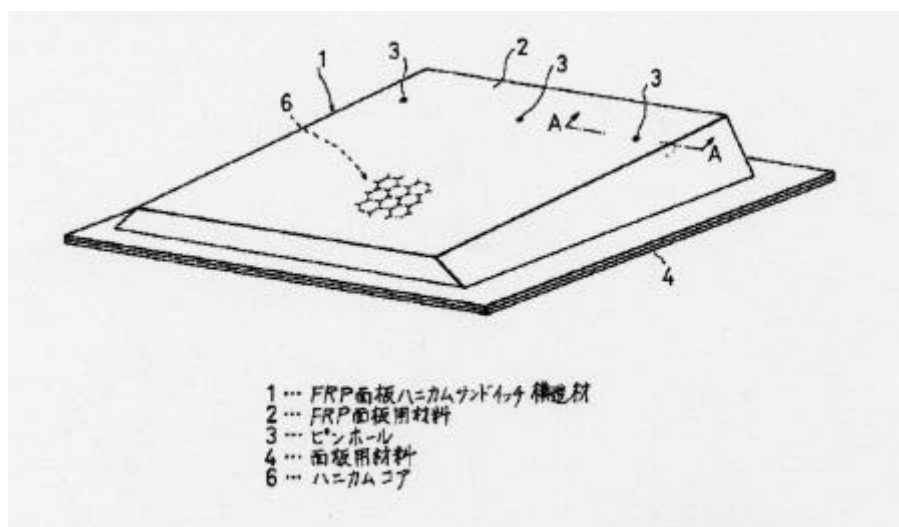
ハニカムの材質には大別すると金属、紙、FRPがある。金属としては、アルミ合金、ステンレス鋼、チタン合金などがあり、特に耐熱性が要求される部位に用いられることが多い。金属の中ではアルミ合金が最も広く用いられている。紙は主としてクラフト紙が用いられている。FRPハニカムにおける樹脂はフェノール樹脂、不飽和ポリエステルなどが主なものである。

一方表面材は薄くて強いことが必要であることから金属がもっとも適しているが、軽量性、耐食性、熱的特性、電気的特性、装飾性などを考慮した場合には、プラスチック系の材料が適しているケースも多い。

ハニカム層積層体の主な機能は、強度・剛性、軽量化、熱伝導などであり、これらの機能を生かして建材、運輸関連、包装材など主として用いられている。その具体的な使用例は、FRP面板ハニカムサンドイッチ構造体、防火パネル、建築用化粧版、防音床材、畳床、緩衝材、自動車の側部車体構造、鉄道車両用構造材、鉄道車両用吸音床構造、航空機用ハニカムパネル、高強度アルミニウムろう付けハニカムパネル、制振ハニカムパネル、排ガス浄化用メタル担体などがある。

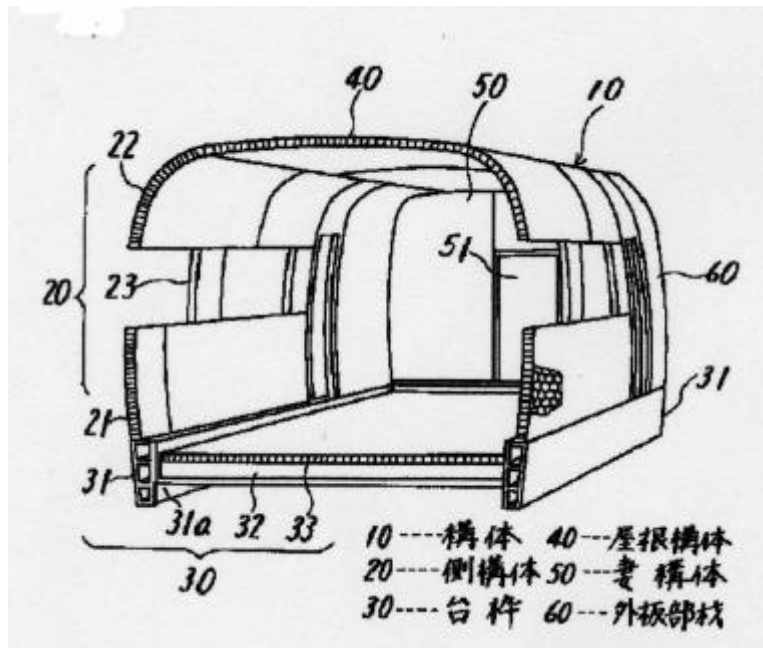
これらのうちFRP面板ハニカムサンドイッチ構造体と鉄道車両用構造体との図を示す。なお図4.2-9におけるピンホールの意味は、接着剤から発生した揮発成分などのガス分が膨張しハニカムコアのセル内で圧力が增大しても、増大分は接着境界面を伝いピンホールから外部へ逃げることで隣接するセル同士の圧力差が生じないようにしたものである

図 4.2-9 FRP 面板ハニカムサンドイッチ構造体



特開平 6-270304

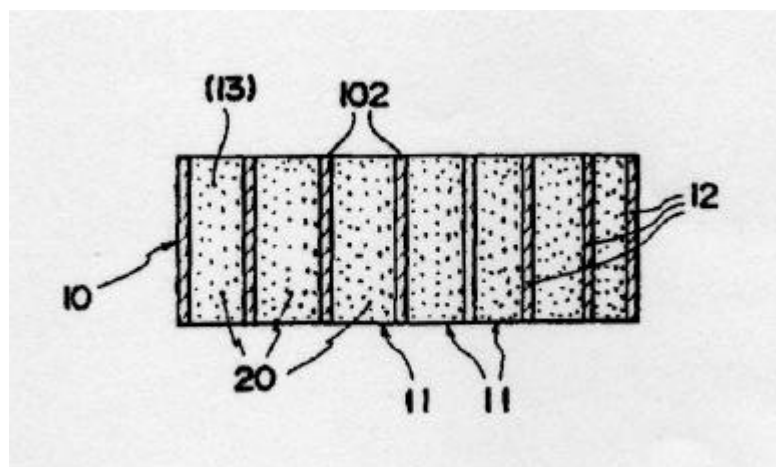
図 4.2-10 鉄道車両用構造体



特開平 5-139295

ハニカム層積層体においては、軽量化機能のほかに断熱特性や防音特性を必要とする場合があり、その場合にはハニカムコアのセル内に発泡体を充填することで、これらの要求に応えようとすることが多い。その例を以下に示す。

図 4.2-11 発泡体を充填したハニカム層積層体



特公平 6-2381

(6) 分離片層積層体

分離片層積層体は、主な層がブロック片、棒状片、柱状片のように相互に分離した材料片から形成されている積層体である。

その主な機能は、強度・剛性、透過・遮蔽、熱伝導、軽量化などであり、建材、運輸関連、包装材、生活用材などに用いられている。具体的な用途には、建築用板材、リブ構造シートの補強構造、地盤補強材、装飾用積層板、歩行場所用敷物、エアバッグ用力バー、コンテナ用断熱材、制振材、緩衝材、通気性のある防水シート、格子状構造体、浴室用すのこなどがある。分離片層積層体および有効層・網状層積層体の使用例はあまり多くはない。

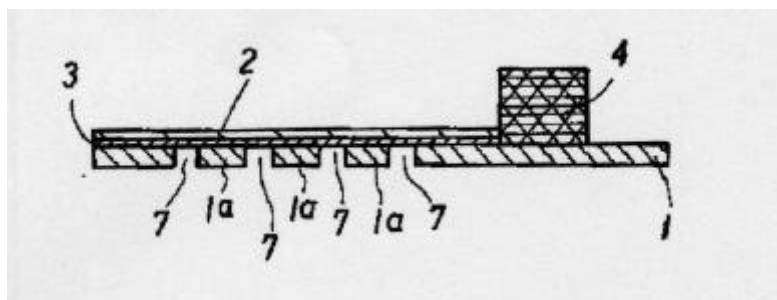
(7) 有孔層・網状層積層体

有効層・網状層積層体は、主な層が切込み、長孔、格子状の孔、模様状の孔あるいは網目状、切り起こしなどを有する積層体である。その主な機能は、強度・剛性、透過・遮蔽、熱伝導、軽量化などで、建材、運輸関連、包装材、生活用材などに用いられている。具体的には、防音床材、化粧音響吸音板、鉄道車両の内装構造および床構造、青果物包装用防曇フィルム、部品付化粧パネル、シール芳香剤などに用いられている。

(8) 凹凸層積層体

凹凸層積層体は、主要な層が凸条、凹溝を持った層で構成されている積層体である。主な機能は、強度・剛性、透過・吸収、熱伝導、軽量化などであり、建材、包装材、生活用材、電気・電子用材、家具・調度品などに用いられている。具体的な用途としては、床材、装飾用筒体、凹凸模様を有する化粧板、化粧シート、耐擦傷防眩プラスチックフィルム、可撓性フィルム基板などがあげられる。可撓性フィルム基板の図を示す。

図 4.2-12 可撓性フィルム基板



特開平 6-246857

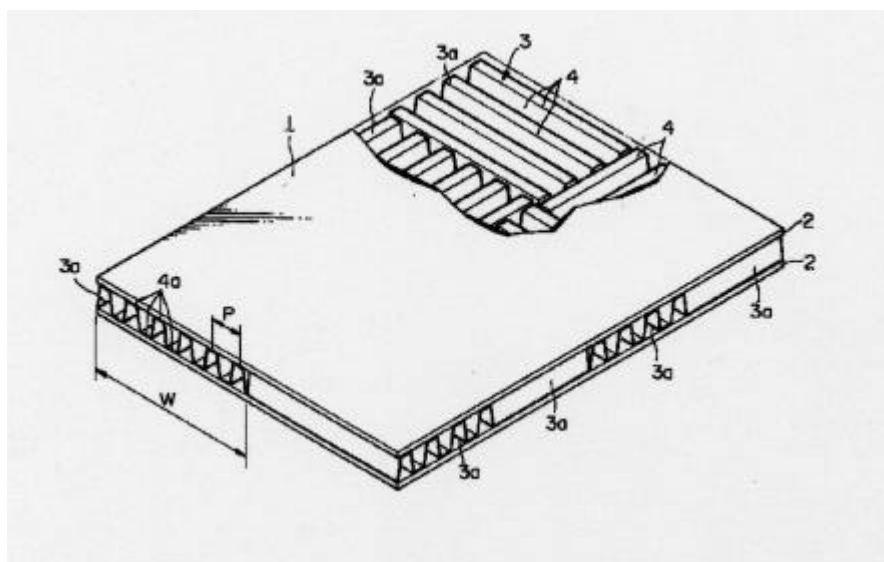
(9) 変形シート層積層体

変形シート層積層体は、層を構成するシート全体が特定の形状をしている積層体である。形状としては、波形、箱型ピラミッド型凹凸、空気室を有するものなどがあるが、波形のシートが変形シート層積層体全体の6割を占めている。波形変形シートの代表的なものが段ボールである。変形シート層積層体の主な機能は、強度・剛性、熱伝導、透過・遮蔽、緩衝性、軽量化などである。その用途としては、建材、運輸関連、包装材などが主なもので、その具体的な使用例としては、剛性ボード、段ボール基材、段ボール積層体、防音材構造

体、遮水シート、コンクリート用養生シート、自動車天井材およびドアトリム、包装用緩衝材、合成樹脂蛇腹管、靴の中敷などがある。

上記の剛性ボードは、航空機、ミサイルを始めとして車両、船舶、建築物など多くの構造物に適用することのできるものであり、その図を示す。

図 4.2-13 剛性ボード



特開平 6-246855

(10) 管状製品

環状製品は、平面形状以外の一般的な形状・構造を有する積層体のうち管状をした積層体をいう。その主な機能は、強度・剛性、透過・遮蔽などであり、主に建材、運輸関連、電気・電子用材、機械部品、スポーツ用品などに用いられている。具体的には、配管材、釣竿、テニスラケット、ゴルフシャフトなどに用いられている。

(11) 容器

容器は、環状製品は、平面形状以外の一般的な形状・構造を有する積層体のうち物品を納めるために底を有する積層構造物である。材料的には、軟質・硬質を問わない。容器において重要な機能は、強度・剛性、透過・遮蔽、熱可塑、接着性などであり、主に包装材、医療用などに用いられている。その具体的な使用例としては、スナック食品用容器、レトルト食品用容器、清涼飲料用容器、アルコール類用容器、紙コップ類、電子部品用包装材、医薬品用容器、点滴用容器などがあげられる。

容器に関しては、2000年4月から完全実施された容器包装リサイクル法に対応して、包装材の総量削減を目的とした軽量化や減容化が進展している。さらに循環型社会を目指して、容器の易処理化に関係し生分解性プラスチックが注目を浴びている。また、食生活の変化に伴って、電子レンジやオーブンへの適合性、耐水性、耐油性、保温性、断熱性を持った食器型容器などの開発も進んでいる。

さらに、酸素吸収性包装容器、吸湿性容器、ガス選択透過性包装材など新しい容器・包装材の研究開発も進んでいる。

一方、人間の命に直接影響を及ぼす医薬品の包装に関しても、遮光性、バリアー性、密封

性、安全・衛生性等が一層強く要求されており、これらの要求に対応した研究開発も進められている。

(12) 特殊個所の形状を特徴とするもの

積層体の特殊個所としては、積層体の端部、切り欠き部、接合部あるいは他の部材への取り付け部などが含まれている。このような特殊箇所において重要な機能は、強度・剛性、透過・遮蔽、熱伝導などであり、建材、運輸関連、包装材、家具・調度品などの用途において特に特に必要とされている。

具体的には、パネル端部の処理、パネル組み立て、積層体の貫通部分の処理などにおいてそれぞれ特徴的な工夫がなされている。