

1.4 電磁波遮蔽技術の開発動向

1.4.1 材料技術

(1) シールド材料

材料技術に関する出願総数は 11,805 件である。大きく 2 つに区分すると原料となる素材と、素材を用い他の材料と組合せた複合材に分けられる。素材としては無機系素材をはじめ、導電性樹脂、母材と充填材があげられ、シールド素材と呼称する。このシールド素材と複合材を合せたものをシールド材料と総称する。

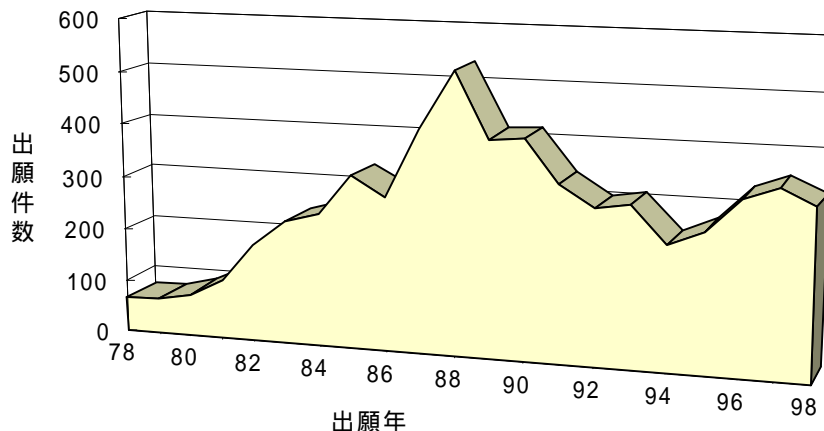
図 1.4.1-1 にはシールド素材全体の出願件数の推移を示した。

シールド素材に関する出願件数は 5,884 件で 1988 年に出願件数 529 件をピークに、それ以降減少していたが 94 年を境として増加傾向に転じており、電磁波遮蔽全体の出願傾向と一致している。96 年以降は 300 件台のレベルで推移している。

1988 年のピーク時の出願では建設企業からの電波吸収壁材、磁気遮蔽室に関する出願が多い。また、88 年は旧通産省の超電導材料・素子プロジェクトが立ち上がり、超電導応用基盤技術確立のため研究が活性化された時期に当たっており、民間企業での取り組みが盛んで、超電導磁気シールド、超電導応用技術に関する出願が急増している。

1997 年の出願では、高周波電磁波吸収体、各種電波吸収シート、ノイズ吸収コア、ノイズ対策部品、電磁波遮蔽性光透過窓などに関する出願が増え、出願が多方面の分野に拡大している。

図 1.4.1-1 電磁波遮蔽用シールド素材全体の出願件数の推移



出願件数がピークに達した 1988 年の出願内容の特徴をみると、件数的には電気・電子機器関係では三菱電機の 40 件をはじめとし、日本電気、富士通、松下電器産業、トーキン、ティーディーケイ、東芝から 10 件以上の出願がなされているのが注目される。

内容的には包装材、シート、板材関係では、OA 機器用導電性カバー、電磁波シールド用積層体やシート、帯電防止性ポリエステルフィルムなどに関する出願がみられる。

建築関係ではフジタ、リケン、清水建設、アイジー技術研究所から 10 件以上の出願があり、電波吸収パネル、電波吸収壁、磁気シールドルーム用扉、磁気シールド窓、窓サッシ、磁気シールド格子体、電波暗室などに関し活発な開発が行われていることがうかがえる。

金属系・炭素系材料、組成物では導電性酸化鉄粒子粉末、板状マグネタイト粒子微粉末、扁平状 Fe-Ni 系合金微粉、扁平状 Fe-Si-Al 系合金微粉、金属粉の表面改質剤、導電性塗料

組成物などに関する出願がみられる。

超電導体関係では多数の企業や公的研究機関、大学など多方面から出願が行われ、全国的に研究ブームが起きたことが分かる。なかでも昭和電線電纜、島津製作所からは7件以上の出願がみられる。

1988年のピーク時は85年のVCCIの設立や、1986年から開始された自主規制などに関係して大手電気機器メーカーからの出願が件数的に多かったが、約10年後ではこれらの対策は相対的に低下し、電磁波遮蔽用の電子部品類に注力している企業の出願比率が相対的に増大している。また、開発の中心は機器の小型化や、高密度実装などに対応した高性能の電磁波遮蔽用製品などの開発に移行していることが注目される。

シールド素材に関する1997年の出願総数は349件で、出願件数の多い企業としては、トーキンの30件をはじめとし、大同特殊鋼、松下電器産業、北川工業から8件以上の出願がみられる。出願内容としては～などがあげられる。

ノイズ吸収コア、複合磁性材料、フェライト焼結体、扁平フェライト粉末、電磁波シールド用軟磁性合金粉末、複合磁性テープ、軟磁性合金粉末などの磁性材料、高周波電磁波吸収体、電磁波吸収用シート、電磁シールド用網など、プリント配線板、多層基板、モジュール部品などの基板およびモジュール、半導体素子収納用パッケージ、金属ケース、ノイズ吸収体固定用ケースなどの筐体、ノイズフィルタテープ、透明導電膜、電磁波シールド膜などのフィルムおよび膜、電磁波シールド性光透過窓材、熱線カット性光透過窓枠、電波吸収壁、電磁波遮蔽ガラス、電磁波遮蔽用透明部材などの建築材料、導電性充填材含有樹脂成形材料、炭素繊維含有熱可塑性樹脂成形品、ノイズ抑制機能付き絶縁被覆電線、電磁波遮蔽用導電性塗料などの各種材料

建築関係では清水建設の電磁波遮蔽施設、高性能電磁波遮蔽ガラス、電磁波遮蔽用複層建材、ビルの電磁シールド用接地システムなどに関する8件をはじめとし、大成建設、三菱化学、リケンからはそれぞれ4件の出願がある。

上述のシールド素材と以下に述べる複合材を含めたシールド材料の出願件数の推移を図1.4.1-2に示した。

冒頭でシールド材料はシールド素材と複合材とで構成されていることを述べたが、複合材としては図1.4.1-2に示す積層体、可撓性材料、および繊維加工製品があげられる。具体例で示すと各種積層板、フレキシブルプリント基板、ゴムなどの合成樹脂に充填材を混合・分散し、成形したシートやフィルム、ガasket、パッキンなどの可撓性材料や、電波吸収壁材のフェライトタイル、電子部品からのノイズ漏れを防止するためのフェライト容器やフェライトビーズなどのセラミックスをベースとする成形材料、遮蔽材として利用される合金やアモルファス金属などを用いた成形材料や無機系素材金属繊維や合繊維に導電性を付与した繊維・織物などがあげられる。

図 1.4.1-2 電磁波遮蔽用シールド材料の出願件数の推移

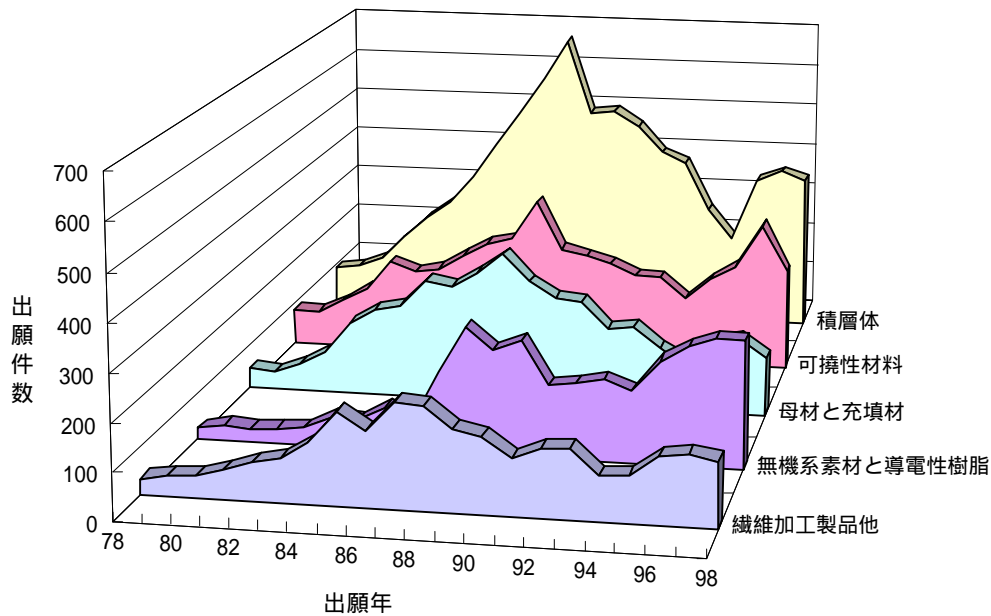
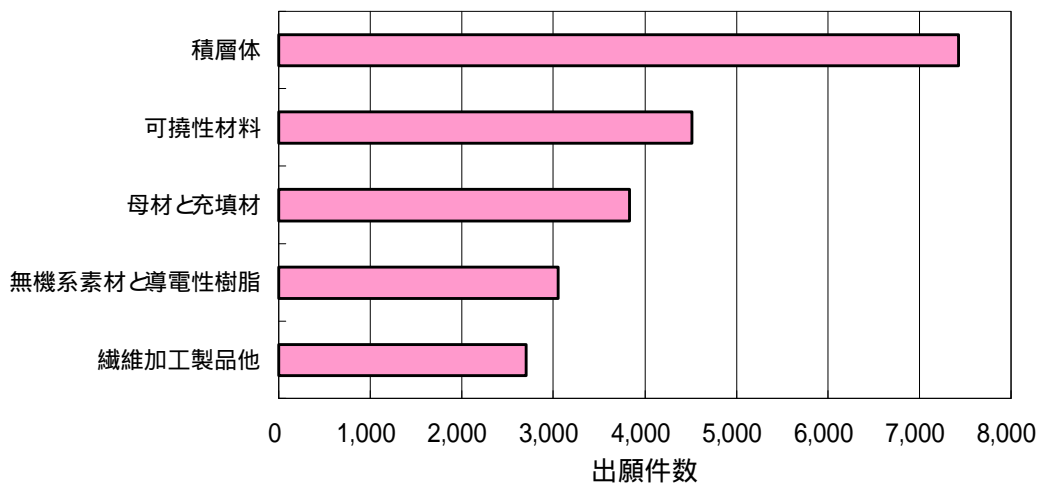


図 1.4.1-3 には電磁波遮蔽用シールド材料の出願件数を示した。件数の多いものは積層体で、各種構造体に広範囲に利用されていることを反映し約 7,400 件の出願がある。

可撓性材料は可撓性や弾性を生かし、形状が可変であることを必須とする多くの分野で使用されており出願は 4,500 件を越えている。可撓性材料は最近、出願件数が急激に立ち上がっているが、薄くしかも遮蔽効果の高い遮蔽材を開発することに焦点が当てられており、積極的に開発が進められていることを反映している。

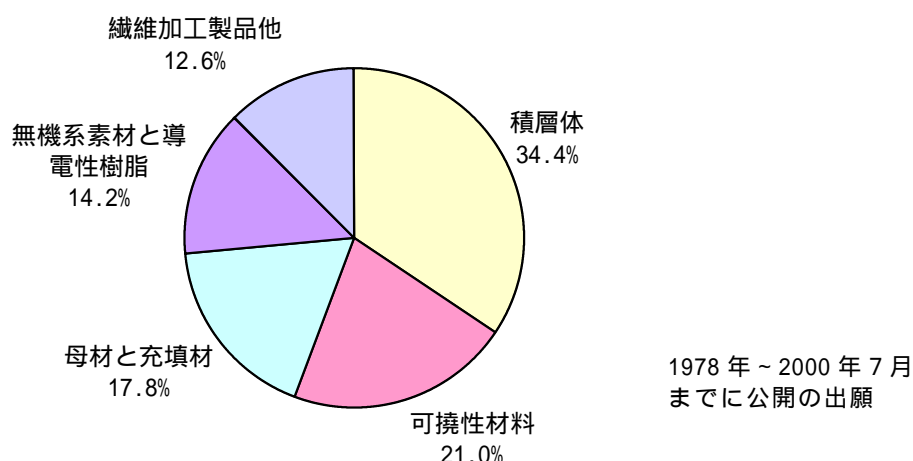
この他、樹脂を中心とする母材と充填材（約 3,800 件）、セラミックス、合金、アモルファス金属、導電性合成樹脂などで構成される無機系素材と導電性樹脂（約 3,000 件）、繊維加工製品である衣料材料、包装材、織物、メッシュ、スリットのあるシート材料などから構成される繊維加工製品他（約 2,700 件）と続いている。樹脂と充填材、無機系素材と導電性樹脂、繊維加工製品他は急激ではないが、1994 年以降、出願件数が増加している領域である。各シールド材料に関する出願件数の比率を図 1.4.1-4 に示した。

図 1.4.1-3 電磁波遮蔽用シールド材料の出願件数



1978 年～2000 年
7 月までに公開
の出願

図 1.4.1-4 電磁波遮蔽用シールド材料の出願件数比率



a. 積層体

積層体全体の20年間の合計件数は7,429件と件数が多い。図1.4.1-5には積層体全体の出願件数の推移を示した。出願件数は1994年と95年が200件台であるが96年以降は350～370件に増大している。

図 1.4.1-5 電磁波遮蔽用積層体全体の出願件数の推移

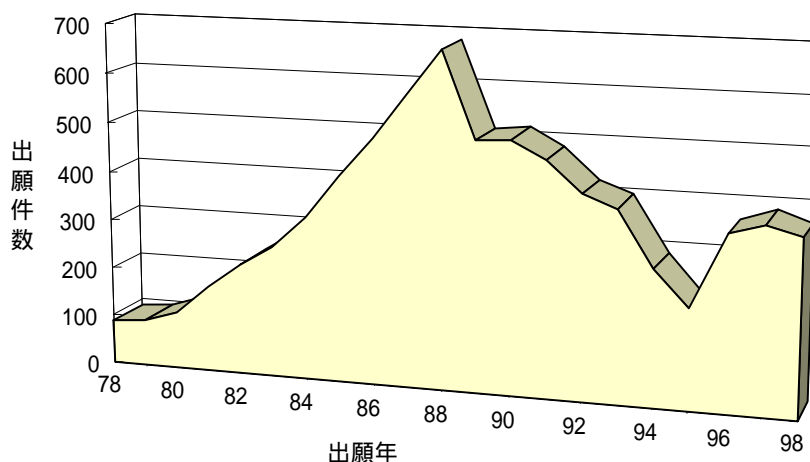


図1.4.1-6には電磁波遮蔽用積層体の出願件数の推移を示した。図1.4.1-7には電磁波遮蔽用積層体の出願件数を示した。積層体関係の出願の中では基材にめっき、金属蒸着、導電性塗料の塗布を施すことにより遮蔽被膜を形成したものなどめっき・蒸着・塗装体(約3,500件)、積層体中に電磁波遮蔽機能を有する層を2つ以上設けた多層シールド層(約2,800件)が多い。

合成樹脂を含まない積層体は約700件で具体的には金属板同士の接合や金属板、セラミックス板等にめっきを施したものでコンクリート中に遮蔽材を埋め込んだものなどがある。

エンボス加工した板材や突起のある板など平坦ではない形状の材料を用いて積層されている積層体は表面が平面の場合も、表面が凹凸を有する場合もあるが、凹凸のある内層を持つ積層体として区別されており、全体では約200件の出願がみられる。

積層体一般はこれら以外の積層体を示しており接着剤層を持つシールドテープなどの

遮蔽層を持つ積層体は約 3,900 件ある。

1997 年の出願件数 184 件の内訳ではブリヂストンの電磁波シールド性光透過窓材および表示パネル 14 件をはじめとし、トーキン、日立化成工業から 8 件以上の出願がある。

この他、4 件以上の出願人としては清水建設、日東電工、北川工業、ソニー、日本電信電話があげられ、電気・通信、素材、建設が開発主体である。

内容的には、複合磁性テープ、導電性接着テープ、反射防止膜、電磁波シールド性接着フィルム、プラズマディスプレイ用フィルタなどの薄膜材料や、電磁波遮蔽窓、屋上用磁気遮蔽床、大型電磁波遮蔽建物、レーダー電波に対するシェルターなどの建材や建造物があげられる。

透光性シールドは光学フィルターやシールドガラス用途に向けた開発が活発に行われており、近年出願件数が増大していることから、第 2 章の 2.5 節で取り上げて詳述する。

また、電気機器・電子部品関係の出願では電磁波干渉抑制体、ノイズ吸収コア、電磁波吸収体、電子部品用放熱材、多層基板および基板モジュール、電子機器収容筐体、半導体装置および制御装置などがある。

図 1.4.1-6 電磁波遮蔽用積層体の出願件数の推移

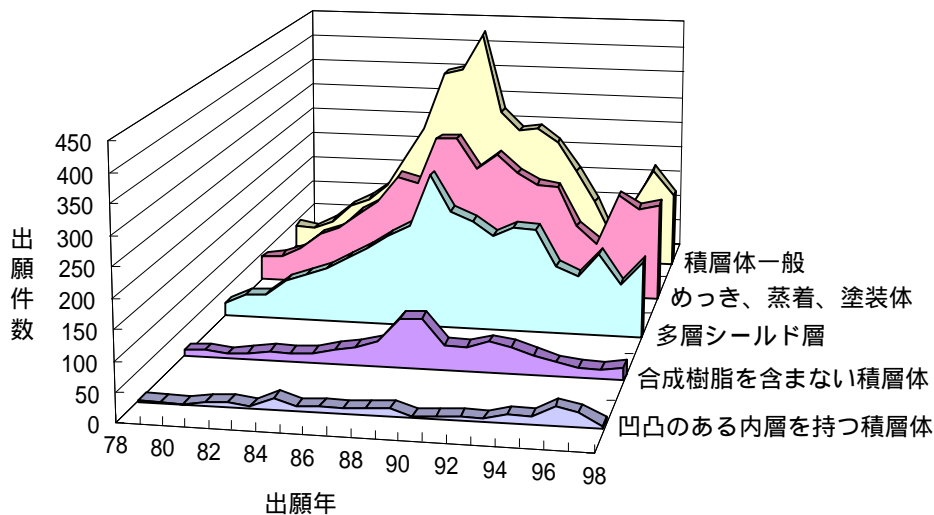
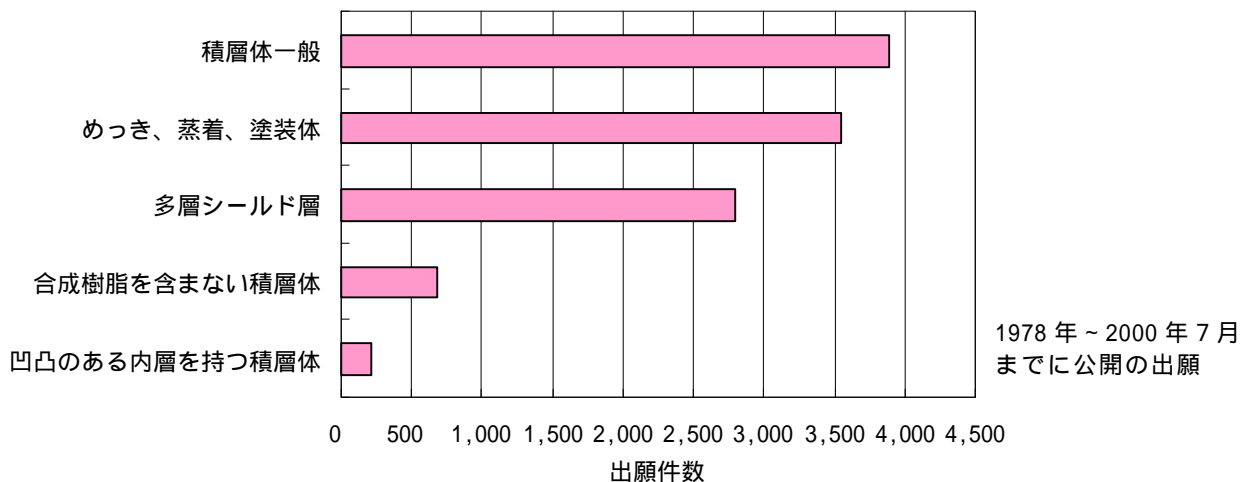


図 1.4.1-7 電磁波遮蔽用積層体の出願件数



b. 無機系素材と導電性樹脂

図 1.4.1-8 には無機系素材を中心に遮蔽材を製造するために用いられる材料に関する出願件数の推移を示した。ここではセラミックス、合金、アモルファス金属、導電性樹脂などを取り上げている。1987 年より出願件数が急増し 90 年にかけて 250 件前後の出願がみられた後は件数が減少していたが、94 年以降再び増大し、過去のピーク時に匹敵する件数まで回復してきている。

図 1.4.1-8 電磁波遮蔽用無機系素材と導電性樹脂全体の出願件数の推移

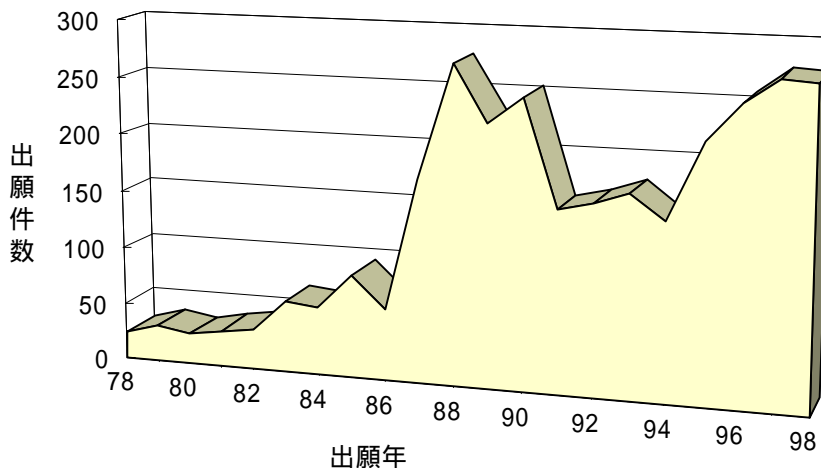


図 1.4.1-8 では 1986 年から 88 年にかけて出願が急増しているがその理由は大きく 3 つに分けて考えられる。まず第 1 に 85 年には VCCI が設立され 86 年からは情報処理装置等電波障害自主規制が開始され、電気機器、部品等に対する対応策が電気機器メーカーや部品メーカーを中心に活発化したことがあげられる。国際規格 CISPR、米国 FCC 規格、西ドイツ VDE 規格ではその規定値が業務用、民生用の双方につき詳細に示されているが、これらは技術開発のターゲットであり、各社がこの許容値をクリアするため電磁波遮蔽材料、電波吸収材料の性能向上を図ったことが出願件数の急増となって現れた。

第 2 として超電導体関連技術の開発が盛んになったのはこの時期で、国の研究機関や民間の研究所で開発ブームが起きたことがあげられる。第 3 は建築業界を中心にビルを電磁波遮蔽するという観点からの出願が増大し、インテリジェントビルや、TV ゴースト対策での外壁材をはじめとする構造材料や、磁気遮蔽室、電波暗室、開口部の遮蔽方法に関する出願が増えたことである。

図 1.4.1-8 の出願件数推移で、件数が急増した 1988 年には 275 件の出願がある。この内容を分野別に件数の多い順に紹介すると、電気製品・電子部品分野は件数的に最も多く、三菱電機より情報処理装置、電機濾波器、磁気ディスク装置、半導体装置、ノイズ低減装置、プリント配線板、電子計算機など幅広い領域にわたる合計 28 件の出願をはじめとし、トーキン、松下電器産業、ティーディーケイ、日本電気から 6 件以上の出願がみられる。

内容的には信号ラインフィルタ、信号線電磁障害防止素子、コモンモードコイル、ノーマルモードコイル、ノイズフィルター、コネクタ、電磁フィルタ複合部品、IC 装置、雑音電流吸収具、撮像装置、磁気記録再生装置、電磁波シールド付プリント配線板、などの電気機器・部品類があげられる。

超電導材料分野に関しては全体で 50 件以上の出願があり、昭和電線電纜の 8 件をはじめとし、大阪府、島津製作所、神戸製鋼所、住友重機械工業、東芝、古河電気工業、三井化学から 3 件以上の出願がみられる。

建築分野では清水建設とリケンからの 13 件をはじめとし、フジタ、アイジー技術研究所、イナックス、大成建設、横浜ゴムから 4 件以上の出願がみられる。

対象としては、磁気遮蔽室の扉、磁気遮蔽用コンクリートパネル、組立型磁気遮蔽体、磁気シールド窓、複合磁気遮蔽材、電波吸収壁体構造、導電性パネル、電波吸収タイル、電磁波シールド工法、電波反射装置、電波暗室などがあげられる。

図 1.4.1-9 は 20 年間に申請された電磁波遮蔽用無機系素材と導電性樹脂の出願件数の推移を示したもので合計件数は 3,050 件に達する。これらの中ではセラミックスが 1,480 件と最も多く、合金がこれに次ぎ 979 件である。これらは 1990 年代初期にいったん出願件数が低減したがその後急激な回復を示しており、電磁波遮蔽関係全体の出願件数推移と類似した推移である。電磁波遮蔽用の素材としてその中心となっている基本原材料として位置付けられていることが分かる。

セラミックスは 1988 年にピークがみられ 167 件の出願があるが、その内容についてみると各種電気機器および電子の電磁波遮蔽対策に関する出願が活発で電気機器メーカーや電子部品メーカーから多数の出願がみられ、三菱電機の 13 件をはじめとし、トーキン、ティーディーケイ、松下電器産業、日本電気、北川工業、横浜ゴムから 4 件以上の出願がなされている。

内容的にはプリント配線板、電波吸収体、インピーダンス素子、フェライトビーズ付き放熱スペーサー、電磁フィルタ複合部品、マルチラインノイズフィルタ、IC 用スペーサ、樹脂封止半導体装置、雑音電流吸収具、可搬式電子機器筐体、電波暗室、電波吸収壁などがあげられる。

また 1988 年には超電導関係の出願が多いことが注目される。86 年以降イットリウムやビスマスなどの元素を含む銅酸化物の超電導体が多数発見され超電導のブームが起きたことによるもので、約 20 の開発主体より 35 件以上の出願がなされている。

建築関係では電波吸収パネル関係の出願も多く、建設会社、窯業関係の企業より 30 件以上の出願がみられる。

フジタの 8 件をはじめとし、アイジー技術研究所、イナックス、大林組、鹿島建設、大成建設から 3 件以上の出願がなされている。

電波吸収パネル、電波吸収カーテンウォール、電波吸収体を組込んだ陶板、電波吸収タイル、磁気遮蔽用壁材、電波吸収壁体、磁気シールド材、複合建材などがある。

その他の材料は近年特に増えているが 1998 年の出願総数は 121 件で、材料としては炭素系材料（木炭、炭素皮膜、カーボン、廃タイヤ等）、磁性体粉末、樹脂組成物および塗布液などがみられる。

内容が抽象的で、材料の特定が困難なものもここに分類されている。

シールド素材の出願件数を図 1.4.1-10 に示した。出願件数の比率ではシールド用素材のうち、セラミックスが約 40%、合金が約 26%、アモルファス金属が約 10%であり金属や無機物が全体の 75%以上を占めている。導電性樹脂は約 6%と少ない。

図 1.4.1-9 電磁波遮蔽用無機系素材と導電性樹脂の出願件数の推移

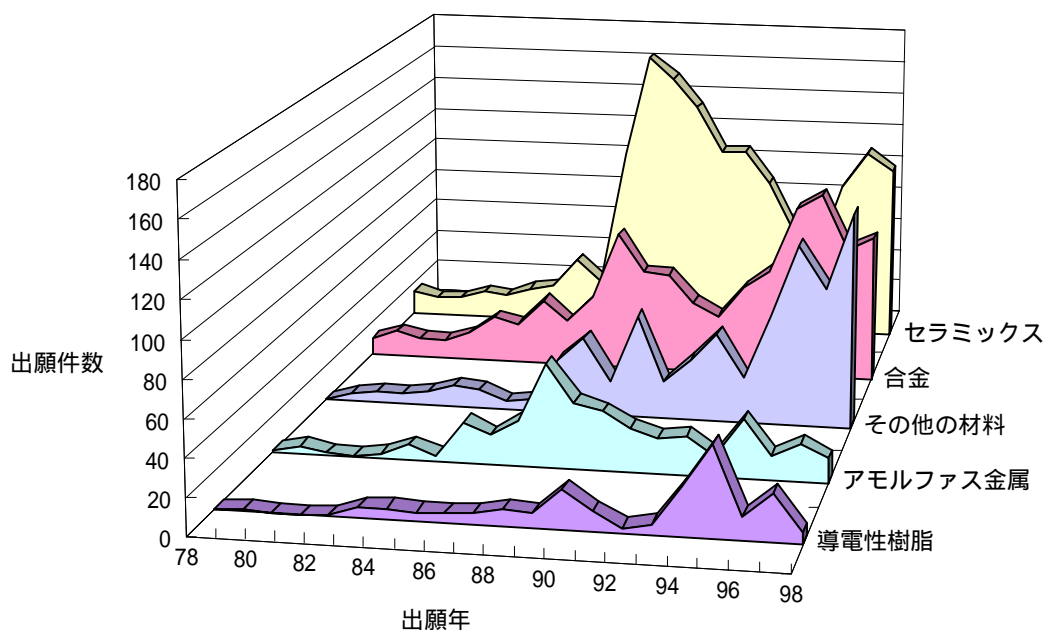
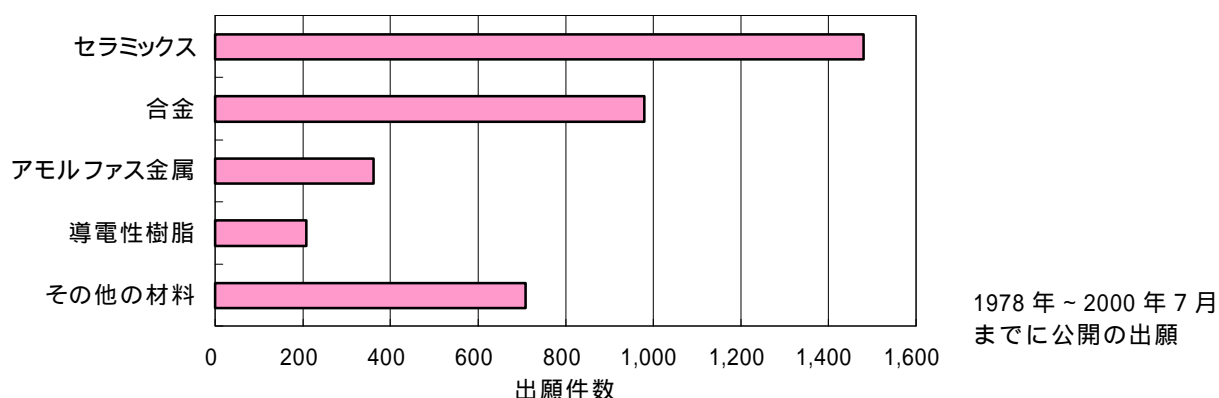


図 1.4.1-10 電磁波遮蔽用無機系素材と導電性樹脂の出願件数

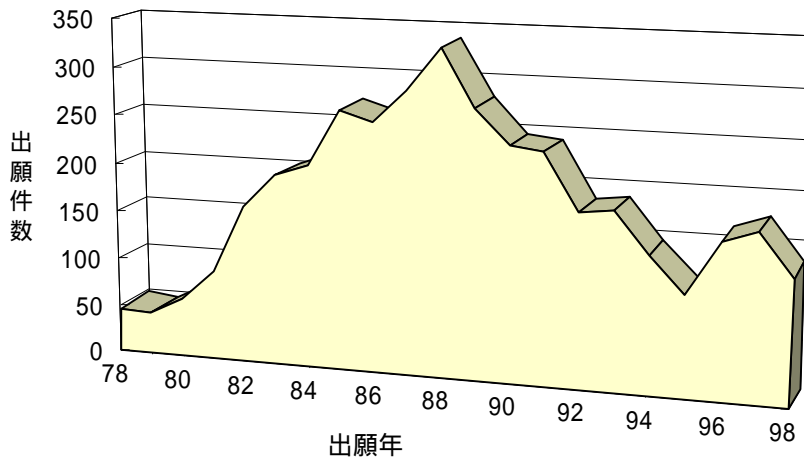


電磁波遮蔽分野での導電性樹脂の出願は極めて少ないが、ここで取り上げている導電性樹脂はポリマーが導電性を持つ分子構造を有するものに限定しているため、具体例で示すとポリピロールやポリアニリンに代表されるものである。金属よりも軽い点では優位性があるが、導電性のレベルでは良導電性の金属に及ばず、高価なため帯電防止剤やコンデンサ用途には使用されるが、電磁波遮蔽の目的での利用は限定されているものと推察される。一般的に導電性樹脂という場合に非導電性樹脂に導電性充填材として金属や導電性カーボンブラック等を配合して導電性を付与したものが含まれるので、注意が必要である。

c. 母材と充填材

母材は通常絶縁性であり、加工性に富むバインダーが中心である。これに、導電性の繊維、誘電物質、金属酸化物等の充填材を配合して、各種成型体、導電性塗料、および接着剤などに加工され電磁波遮蔽に広く利用されている。ここ 20 年間に申請された母材と充填材に関する出願件数は 3,836 件と多く、出願件数推移は図 1.4.1-11 に示すように電磁波遮蔽技術全体の出願傾向と良い対応を示している。1988 年に 335 件でピークを、95 年に 105 件で谷を記録し、96 年以降は増加傾向にある。

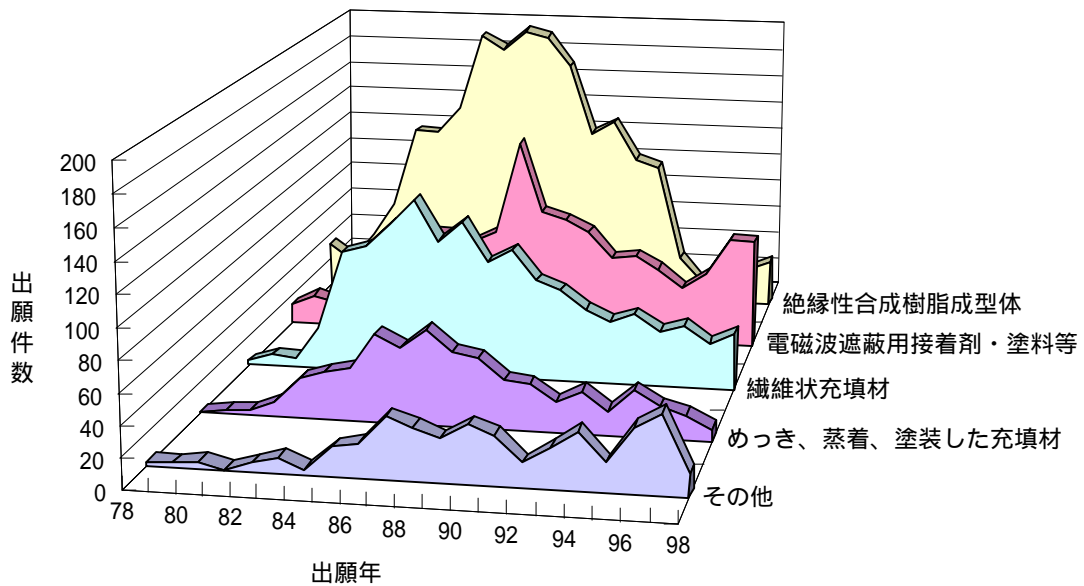
図 1.4.1-11 電磁波遮蔽用母材と充填材全体の出願件数の推移



電磁波遮蔽用の導電性接着剤や導電性塗料に関する出願が近年急増している。

図 1.4.1-12 には電磁波遮蔽に用いられる絶縁性合成樹脂成型体、接着剤・塗料、繊維状充填材、めっきなど表面処理した充填剤などに関する出願件数の推移を示した。電磁波遮蔽材としての絶縁性合成樹脂成型体の用途は多岐にわたり件数も多い。

図 1.4.1-12 電磁波遮蔽用母材と充填材の出願件数の推移



次に図 1.4.1-12 の出願件数の推移で特徴的な変化のある個所についてその傾向を示す。絶縁性合成樹脂成型体では、1988 年の出願ピーク時点では積層磁気シールド材、プリント配線板、導電性重合体成型物、シールドパッキン、電磁波反射体、集積回路用トレーなどがみられ、電気・通信が開発主体となっている。

また、88 年の接着剤・塗料などに関するピーク時には無機導電塗料、液状シールドシート、電波吸収体被膜形成法、フレキシブル基板、板状マグネタイト、導電性シール材などがある。出願件数の多い企業についてみると、日本電気の 16 件をはじめとし、三菱電機、富士通、北川工業、古河電気工業から 6 件以上の出願がみられ、開発主体は電気・通信となっている。

内容的には 半導体集積回路装置の筐体、電子機器筐体、電気車両用制御装置箱、可搬型電子機器筐体、電波暗室などの筐体類、ケーブルダクト構造、ケーブル導入口の構造、電磁波遮蔽窓の導電固定構造、ノイズ低減スパイラルチューブ、フェライト混合ラバーシート、シールドパッキン、電磁波遮蔽用ガスケット、成型体の接続部の構造、電磁雑音防止用信号ケーブルなどのケーブル敷設・開口部・接続部の電磁波遮蔽に関するもの、プリント基板、プリント板ユニット包装装置、樹脂封止半導体装置、コネクタ装置、発光ダイオード取付装置、などの印刷回路基板や各種装置類に関するものがあげられる。

建築関係では横浜ゴムの6件をはじめ、アクゾカシマ、アイジー技術研究所、鹿島建設、新日鐵化学、タキロンから3件以上の出願がある。

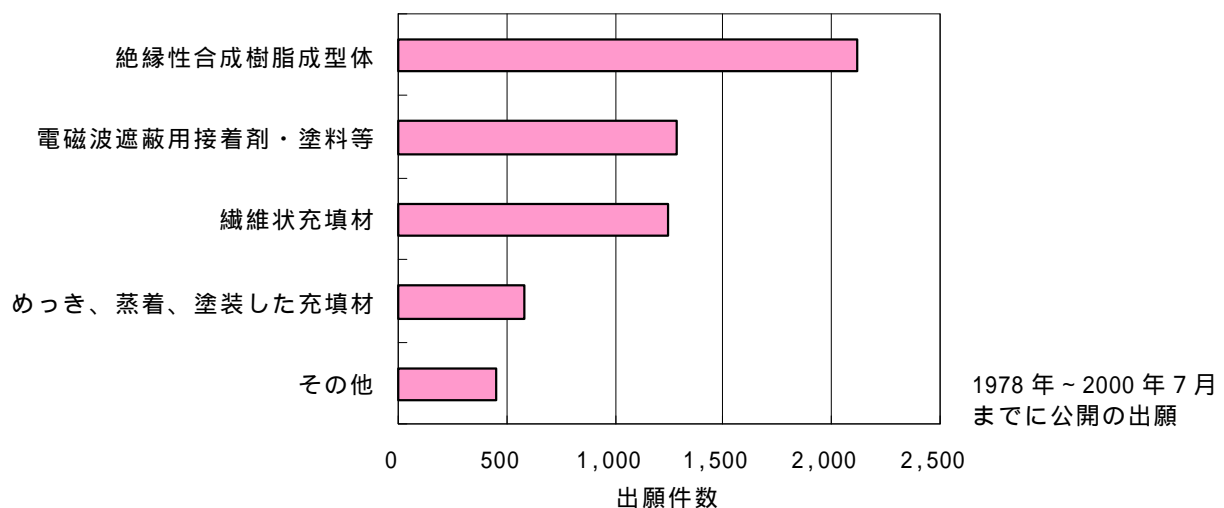
内容的には電波吸収体およびその取付構造、導電性の遮蔽部材、電波無響室、電磁波遮蔽構築物、電磁波遮蔽・吸収断熱材、電波無響室、電磁波シールド建材、床構造、導電性ポリプロピレン組成物、建築化粧パネル、電磁波シールド用積層体がある。

MRI 関係では島津製作所より、遮蔽窓の導電固定構造、電磁波遮蔽機構等の出願がある。

電磁波遮蔽用の導電性接着剤や導電性塗料に関する出願が近年急増している。薄い金属箔は加工性に優れていることから、他の遮蔽材の隙間や継ぎ目などに利用されるが、粘着材を塗布したり、フィルム積層品が出願されている。テープは電磁波遮蔽用材料として操作性に優れ、簡便に利用でき、導電接続を課題として、種々の工夫がなされている。

図 1.4.1-13 に電磁波遮蔽用母材と充填材の出願件数を示した。絶縁性合成樹脂成型体が2,000件を超え、全体の37.2%を占めている。電磁波遮蔽用接着剤・塗料等および繊維状充填材がそれぞれ1,250件前後で、おのおの約22%を占めている。

図 1.4.1-13 電磁波遮蔽用母材と充填材の出願件数



繊維状充填材は金属繊維や絶縁性繊維を蒸着、無電解めっき、あるいは浸漬処理などで導電性を付与した材料、これをさらに不織布状に加工したものなどが提案されている。特に軽量化するために、金属に替えて利用することが行われている。炭素系の材料では炭素繊維、マイクロコイルを利用し、軽量化の他に電磁波遮蔽性能の向上を図るものもある。また近年の傾向として可撓性を重視し、操作性、利便性を向上する観点での出願は増大しており、携帯電話用遮蔽材、ベースメーカー保護用で装着する衣類などには導電性繊維を用いる提案が増加している。