(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3672107号

(P3672107)

(45)発行日　平成17年7月13日(2005.7.13)　(24)登録日　平成17年4月28日(2005.4.28)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H01G 4/12	H01G	4/12	364
B05C 5/02	B05C	5/02	
B05D 1/26	B05D	1/26	Z
B65H 20/12	B65H	20/12	
H01G 13/00	H01G	13/00	391Z

請求項の数 3　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願平6-269138
(22)出願日　平成6年11月1日(1994.11.1)
(65)公開番号　特開平8-130155
(43)公開日　平成8年5月21日(1996.5.21)
審査請求日　平成13年1月26日(2001.1.26)
審判番号　不服2002-20728(P2002-20728/J1)
審判請求日　平成14年10月24日(2002.10.24)

(73)特許権者　000003067
ＴＤＫ株式会社
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号
(74)代理人　100081606
弁理士　阿部　美次郎
(72)発明者　小林　亮
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号　ティーディーケイ株式会社内
(72)発明者　石垣　高哉
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号　ティーディーケイ株式会社内
(72)発明者　八木　弘
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号　ティーディーケイ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】塗布装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

繰り出しリールと巻き取りリールとの間に、複数のローラと塗布ヘッドを含む塗布装置であって、

前記複数のローラには、少なくとも一対のサクションローラと、一対の案内ローラとが含まれ、

前記一対の案内ローラは前記一対のサクションローラの間に配置され、さらに前記塗布ヘッドは前記一対の案内ローラの間に配置されており、

前記塗布ヘッドは、一方向に走行する可撓性支持体の一面側にセラミック塗料を塗布するものであり、

前記複数のローラはそれぞれ、前記可撓性支持体の前記セラミック塗料を塗布する面とは反対側の面にのみ接触するように配置されており、

前記塗布ヘッドは、押し出し式でなり、

前記サクションローラ間で前記可撓性支持体に加わるテンションをコントロールし、前記塗布ヘッドの追い込み寸法を制御する

塗布装置。

【請求項２】

請求項１に記載の塗布装置であって、

前記塗布ヘッドは、複数のノズルが併設されている

塗布装置。

【請求項３】
　請求項１または２に記載の塗布装置であって、
　定量ポンプ及び質量流量計を含み、前記定量ポンプ及び質量流量計により前記塗布ヘッドに対する塗料の供給量を制御する
塗布装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明はセラミック塗料等を可撓性支持体に塗布する塗布装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
積層セラミック電子部品は、例えば一方向に走行する可撓性支持体上にドクターブレード法でセラミック粉、有機バインダー、可塑剤、溶剤等を含むセラミック塗料を塗布してグリーンシートを成形し、その上にパラジウム、銀、ニッケル等の電極がスクリーン印刷により形成される。次に所望の積層構造になるように、グリーンシートを可撓性支持体から剥離し、一枚ずつ積層し、プレス切断工程を経てセラミックグリーンチップを得る。このようにして得られたセラミックグリーンチップ中のバインダーをバーンアウトし、１０００℃～１４００℃で焼成し、得られた焼成体に銀、銀－パラジウム、ニッケル、銅等の端子電極を形成し、セラミック電子部品を得る。
【０００３】
ところで、例えば、積層セラミックコンデンサの場合、小型化、大容量化の手法として、１層あたりの誘電体層の厚みを薄くし、積層数を多くすることが考えられる。しかし、グリーンシートを可撓性支持体から剥離し積層する方法では、特に薄いグリーンシートの場合、可撓性支持体からグリーンシートがうまく剥離できず、積層歩留りが非常に悪くなる。また、薄いグリーンシートをハンドリングするため、出来上がった製品にショート等の特性不良が多発する。
【０００４】
このような問題点を解決する手段として、グリーンシートを可撓性支持体が上になるように熱転写する方法も提案されている（特開昭６３－１８８９２６号など）。しかし、熱転写方式の場合、誘電体層の一面側に位置する上側の電極と他面側に位置する下側の電極の位置合わせが悪く、さらに毎回熱転写するため、設備能力が小さくなってしまう。
【０００５】
更に、グリーンシートが薄くなり、多積層化すればするほど、一種のセラミック電子部品を得るために必要な可撓性支持体の使用量が多くなり、コストアップを招く。
【０００６】
このような問題を改善するため、可撓性支持体上で、セラミック塗料を塗布して誘電体層を形成する工程と、誘電体層上に電極を印刷する工程とを、必要な積層数だけ繰り返すことにより積層体を得る方法が考えられる。しかし、この製造方法における問題点の一つは、塗布装置のローラが可撓性支持体のセラミック塗料を塗布する面側にも接触するように設けられるのが普通であったため、当該ローラが誘電体層に接触してピンホールが発生し、結果的に、ショート不良を発生し易いことである。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
本発明の課題は、塗布形成されたグリーンシートにピンホールが発生するのを防止し得る塗布装置を提供することである。
【０００８】
本発明のもう一つの課題は、面精度がよく、かつ、厚みバラツキの少ない均一なグリーンシートを得ることができる塗布装置を提供することである。
【０００９】
【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明に係る塗布装置は、繰り出しリールと巻き取りリールとの間に、複数のローラと塗布ヘッドを含む塗布装置であって、複数のローラには、少なくとも一対のサクションローラと、一対の案内ローラとが含まれ、一対の案内ローラは一対のサクションローラの間に配置され、さらに塗布ヘッドは一対の案内ローラの間に配置されており、塗布ヘッドは、一方向に走行する可撓性支持体の一面側にセラミック塗料を塗布するものであり、複数のローラはそれぞれ、可撓性支持体のセラミック塗料を塗布する面とは反対側の面にのみ接触するように配置されており、塗布ヘッドは、押し出し式でなり、サクションローラ間で可撓性支持体に加わるテンションをコントロールし、塗布ヘッドの追い込み寸法を制御する。

【００１１】

更に好ましくは、塗布ヘッドは、複数のノズルが併設されている。

本発明に係る塗布装置は、更に定量ポンプ及び質量流量計を含み、前記定量ポンプ及び質量流量計により塗布ヘッドに対する塗料の供給量を制御する。

【００１３】

【作用】

塗布ヘッドは、一方向に走行する可撓性支持体の一面側にセラミック塗料を塗布するから、可撓性支持体の上にグリーンシートを形成できる。

ローラのそれぞれは、可撓性支持体のセラミック塗料を塗布する面とは反対側の面にのみ接触するように配置されているから、ローラが塗布形成されたグリーンシートに接触することがなく、グリーンシートにピンホールが発生するのを防止できる。

【００１４】

塗布ヘッドが押し出し式でなるので、塗布量を制御でき、面精度がよく、かつ、厚みバラツキの少ない均一なグリーンシートを得ることができる。

【００１５】

押し出し式塗布ヘッドは、粘度の低いセラミック塗料のグリーンシート成形に向いている。粘度の低いセラミック塗料は、乾燥縮率が大きいため、乾燥後に同一厚みを得るのに、供給量を多くでき、塗布ヘッドの先端と可撓性支持体（またはグリーンシート）との間のギャップを大きくとり、塗布ヘッドによるスジの発生を回避できる。

【００１６】

塗布ヘッドは複数のノズルが併設されている好ましい例では、一方のノズルにより塗布された塗料層の上に、直後にもう一層の塗料層を形成できる。これにより、ピンホールが発生するのを防止できる

本発明に係る塗布装置は、更に定量ポンプ及び質量流量計を含み、定量ポンプ及び質量流量計により塗布ヘッドに対する塗料の供給量を制御する。このため、塗布ヘッドからの塗料の吐出量が安定し、面精度がよく、かつ、厚みバラツキの少ない均一なグリーンシートを得ることができる。

【００１８】

本発明の他の特徴及びそれによる作用効果は、添付図面を参照し、実施例によって更に詳しく説明する。

【００１９】

【実施例】

図１は本発明に係る塗布装置の構成及びその塗布装置を用いたグリーンシート形成工程を示す図である。本発明に係る塗布装置は、塗布ヘッド１０と、複数のローラ１２１～１２７、１５１、１５２、１６１、１６２とを含む。ローラ１２１～１２７は案内ローラ、ローラ１５１、１５２はサクションローラ、ローラ１６１、１６２は蛇行修正ローラである。参照符号１１は繰り出しリール、１４は乾燥炉、１７は巻き取りリールである。

【００２０】

塗布ヘッド１０は、一方向Ｆに走行する可撓性支持体１９の一面側ａにセラミック塗料１７ａを塗布する。ローラ１２１～１２７、１５１、１５２、１６１、１６２のそれぞれは、可撓性支持体１９のセラミック塗料１７ａを塗布する面とは反対側の面ｂにのみ接触す

るように配置される。グリーンシート面を均一にするため、サクションローラ１５１－１５２間でテンションをコントロールし、塗布ヘッド１０の追い込み寸法、ノズル角度を制御する。従来の塗布装置は、ローラ１２１～１２７、１５１、１５２、１６１、１６２の内いくつかが、セラミック塗料１７ａを塗布する面側に接触しているのが普通であった。

【００２１】

上述したように、塗布ヘッド１０は、一方向Ｆに走行する可撓性支持体１９の一面ａ側にセラミック塗料１７ａを塗布するから、可撓性支持体１９の上にグリーンシート４３を連続して形成できる。

【００２２】

ローラ１２１～１２７、１５１、１５２、１６１、１６２のそれぞれは、可撓性支持体１９のセラミック塗料を塗布する面とは反対側の他面ｂにのみ接触するように配置されているから、ローラ１２１～１２７、１５１、１５２、１６１、１６２が塗布形成されたグリーンシート４３に接触することがなく、グリーンシート４３にピンホールが発生するのを防止できる。

【００２３】

グリーンシート４３の成形後、可撓性支持体１９は乾燥炉１４を経て乾燥され、巻き取りリール１７に巻き取られる。

【００２４】

図２は塗布ヘッドの断面図、図３は図２に示した塗布ヘッドを用いてグリーンシートを形成する状態を説明する図である。塗布ヘッドは、押し出し式でなる。参照符号４６はセラミック塗料排出用スリット、４７は上流側ノズル、４８は下流側ノズル、４９はセラミック塗料だまり、５３はセラミック塗料だまりへの供給口である。このような押し出し式塗布ヘッドは公知である。図３において、参照符号Ｆ１は可撓性支持体１９の走行方向を示している。

【００２５】

塗布ヘッド１０が押し出し式でなる好ましい例では、塗布量を制御でき、面精度がよく、かつ、厚みバラツキの少ない均一なグリーンシートを得ることができる。第１回目の保護膜となるグリーンシートの成形は、押し出し式塗布ヘッドの代わりに、従来のドクターブレード法やリバースロール法を用いてもよい。さらに、数回繰り返して所望の厚みにしても構わない。

【００２６】

図４は押し出し式塗布ヘッドの別の例を示す断面図、図５は図４に示した押し出し式塗布ヘッドを用いてグリーンシートを形成する状態を説明する図である。図４に示す押し出し式塗布ヘッドは複数のノズル４６１、４６２を有する複数系列ノズルを有する。参照符号４９１、４９２はセラミック塗料だまり、５３１、５３２はセラミック塗料だまり４９１、４９２への供給口である。この押し出し式塗布ヘッド１０を用いた場合、図５に示すように、セラミック塗料だまり４９１に貯留されたセラミック塗料１７ａがスリット４６１を通して可撓性支持体１９に塗布された後、塗布されたセラミック塗料層４３１の上にスリット４６２を通してもう一層のセラミック塗料層４３２が連続して重ね塗りされる。これにより、ピンホールの発生が抑制される。

【００２７】

上述の押し出し式塗布ヘッド１０は、粘度の低いセラミック塗料１７ａによるグリーンシート成形に向いている。粘度の低いセラミック塗料１７ａは、乾燥縮率が大きいため、乾燥後に同一厚みを得るのに、セラミック塗料の供給量を多くでき、押し出し式塗布ヘッド１０の先端と可撓性支持体１９（またはグリーンシート４３）との間のギャップを大きくとり、押し出し式塗布ヘッド１０によるスジの発生を回避できる。

【００２８】

押し出し式塗布ヘッド１０は、前述したように、スジの入らない均一なグリーンシートを形成できるほかに、特筆すべき利点がある。それは、一度形成したグリーンシート４３の上に再度グリーンシートを形成するのに非常に有効であるということである。ドクターブ

レード法においては、ドクターブレードのヘッドのエッジ側が常に可撓性支持体１９に接触しているため、第１回目のグリーンシート成形時には問題ないが、第２回目以降のグリーンシート成形時にどうしても第１のグリーンシート４３のエッジ側の乾燥面が接触する。このため第１のグリーンシート４３のエッジ側が削れるという問題がある。また、積層数が増えるにつれて、トータル厚みが厚くなるため、ブレードの上流側に接触してしまい、最終的には剥離してしまう。

【００２９】

その点、押し出し式塗布ヘッド１０においては、予め形成していたグリーンシート４３の面上に、次のグリーンシート４３を成形する際、予め形成していたグリーンシート４３の面に押し出し式塗布ヘッド１０が接触することがなく、削れのない良好なグリーンシート４３を得ることができる。

【００３０】

可撓性支持体１９は、グリーンシート４３の剥離を考慮し、グリーンシート成形面に剥離処理を施しておくのがよい。剥離処理は、可撓性支持体１９の１面上に例えばＳｉ等でなる剥離用膜を薄くコートすることによって実行することができる。このような剥離処理を施しておくことにより、必要層数の積層工程が終了した後、可撓性支持体１９の上に成形されている最下層のグリーンシート４３を可撓性支持体１９から容易に剥離することができる。

【００３１】

図１に示す塗布装置は、更に、定量ポンプ６及び質量流量計９及を含む。定量ポンプ６及び質量流量計９は、押し出し式塗布ヘッド１０に対する塗料１７ａの供給量を制御する。参照符号７は精密定量ギヤポンプ、８はフィルタである。精密定量ギヤポンプ７は定量ポンプ６に対して更に量的精度を向上させるために設けられる。フィルタ８は最終的に異物を除去するために設置される。このため、押し出し式塗布ヘッド１０からの塗料１７ａの吐出量が安定し、面精度がよく、かつ、厚みバラツキの少ない均一なグリーンシート４３を得ることができる。

【００３２】

図６は本発明に係る塗布装置を使用して製造される積層セラミックコンデンサの断面図である。図において、１は積層セラミックコンデンサ、２は誘電体層、３は電極、４は端子電極である。図７はその積層セラミックコンデンサを製造する場合の製造フローチャート、図８は別の製造例を示す製造フローチャートである。

【００３３】

図７の製造フローチャートにおいて、誘電体材料（セラミック）を塗料化しておき、塗料化されたセラミック塗料を可撓性支持体上に塗布し、グリーンシートを形成する。グリーンシートの形成は、上述した塗布装置により行なわれる。

【００３４】

次に、グリーンシートを乾燥させた後、グリーンシート上に電極を印刷する。電極印刷が終了した後、乾燥工程に付される。以上の工程の内、グリーンシート成形工程から画像処理による電極印刷工程を経て乾燥に至る工程を、必要な設定積層数に達するまで、可撓性支持体上で繰り返す。設定積層数に到達したとき、最上層に位置する電極及びそれを支持するセラミックグリーンシートの表面に、保護層となるグリーンシートを成形する。この後、電極及びグリーンシートの積層体を切断して、積層セラミックコンデンサを取り出し、更に、焼成、端部電極付与等の必要な工程を経て、積層セラミックコンデンサの完成品が得られる。

【００３５】

図７に示す製造フローチャートによると、可撓性支持体上で、セラミック塗料を塗布してグリーンシートを形成するグリーンシート成形工程と、グリーンシート上に電極を印刷する印刷工程とを含むから、可撓性支持体の使用量が少なくて済むようになると共に、量産性が向上する。

【００３６】

また、グリーンシートの各々を、可撓性支持体から剥離する必要がないし、ハンドリングする必要もない。また、熱転写工程もない。このため、高精度、高信頼性の積層セラミック電子部品を簡単に製造することができる。また、電極のある部分と無い部分の段差が、グリーンシートの形成と電極印刷との繰り返しにより吸収され、このため、段差によるクラック等の欠陥が改善される。また、複数層のグリーンシートを、電極と共に一体化した積層グリーンチップを得ることができるので、従来問題となっていたプレス後のデラミネーションは見られない。

【００３７】

電極印刷工程では、画像処理によって電極を印刷する。印刷工程より前、または、第１回目の印刷工程と同時に、可撓性支持体上に画像処理用の第１のターゲットマークを形成し、第１のターゲットマークの画像処理によって得られた情報に基づいて電極の印刷位置決めを行なう。これにより、第１のターゲットマークを基準とした所定の位置に、電極を高精度で形成することができる。したがって、複雑な電極積層構造であっても、精度よく、短時間で形成することができる。

【００３８】

図８に示す製造フローチャートにおいて、図７に示す製造フローチャートと異なる点は、グリーンシート成形工程及び印刷工程を複数回実行し、設定積層数に達した後、得られた積層グリーンシートを可撓性支持体から剥離し、次に、剥離して得られた複数の積層グリーンシートを積層することである。積層後にプレスし、更に切断工程、焼成工程及び端部電極付与工程等の必要な工程をへて、積層セラミックコンデンサの完成品が得られる。

【００３９】

図８に示す製造フローチャートよる場合、印刷工程は、グリーンシート上に第２のターゲットマークを印刷する工程を含んでおり、第２のターゲットマークの画像処理によって得られた情報に基づいて、積層グリーンシートの積層を行なう。これにより、複数のグリーンシート積層帯を、互いの電極が、第２のターゲットマークを基準とした所定の位置関係となるように、高精度で位置決めし、積層することができる。保護層は別途シート成形し、積層機により積層する。

【００４０】

次により具体的な実施例を参照して、更に詳しく説明する。

【００４１】

＜誘電体の塗料化＞

粒径が０．１μｍ～１．０μｍ程度のチタン酸バリウム、酸化クロム、酸化イットリウム、炭酸マンガン、炭酸バリウム、炭酸カルシウム、酸化硅素等の粉末を焼成した後、$BaTiO_3$ １００モル％として、Cr_2O_3に換算して０．３モル％、ＭｎＯに換算して０．４モル％、ＢａＯに換算して２．４モル％、ＣａＯに換算して１．６モル％、SiO_2に換算して４モル％、Y_2O_3に換算して０．１モル％の組成になるように混合し、ボールミルにより２４時間混合し、乾燥後誘電体原料を得た。この誘電体原料１００重量部とアクリル樹脂５重量部、塩化メチレン４０重量部、アセトン２５重量部、ミネラルスピリット６重量部を配合し、市販のφ１０ｍｍジルコニアビーズを用い、ポット架台により２４時間混合し、誘電体セラミック塗料を得た。

【００４２】

＜グリーンシート成形＞

グリーンシート成形は、本発明に係る塗布装置を用いて行なわれる。上述のようにして得られた誘電体セラミック塗料を、連続的に供給される可撓性支持体に塗布し、グリーンシートを成形する。第１回目のグリーンシート成形工程は可撓性支持体上に保護膜を形成する工程である。保護膜は、図６の積層セラミックコンデンサの場合、最上層または最下層の何れかを構成する外装となる。

【００４３】

＜ターゲットマーク形成＞

次に、電極印刷の前に、図９に示すように、グリーンシート４３を有する可撓性支持体１

９上に画像処理用の第１のターゲットマークａ１，ｂ１，ｃ１，ｄ１及びピッチマークｅ１を形成する。第１のターゲットマークａ１～ｄ１及びピッチマークｅ１は、グリーンシート４３が塗布されている面側であって、可撓性支持体１９の幅方向の端部に形成することが望ましい。第１のターゲットマークａ１～ｄ１及びピッチマークｅ１は、スクリーン印刷またはインクジェット印刷によって形成されたマークまたはスルホールなど、画像処理できるマークであればよく、印刷面は可撓性支持体１９の表裏どちらの面でもよい。また、第１のターゲットマークａ１～ｄ１及びピッチマークｅ１の形成タイミングは、画像処理による電極印刷を行なう以前であればいつでもよく、最初の電極形成と同時であっても構わない。第１のターゲットマークａ１～ｄ１を形成する好ましいタイミングは、可撓性支持体用原反をスリッタで切断する前である。可撓性支持体用原反をスリッタで切断する前に第１のターゲットマークａ１～ｄ１を形成してあれば、スリッタで原反を所定幅に切断する際、第１のターゲットマークａ１～ｄ１を基準にして切断することができる。第１のターゲットマークａ１～ｄ１は可撓性支持体１９とのコントラストが明瞭な色で、かつ、円形が望ましい。

【００４４】

＜画像処理による電極印刷＞

次に、可撓性支持体１９を巻き取った巻き取りリール１７を用いて、可撓性支持体１９上のグリーンシート４３に電極を印刷する。電極の印刷に当たり、第１のターゲットマークａ１～ｄ１の画像処理によって得られた情報に基づいて電極の印刷位置決めを行なう。図１０は電極印刷に用いられる画像処理装置付き印刷機（以下、画像処理印刷機と称す）の構成を概略的に示す図である。グリーンシート４３を成形してある可撓性支持体１９は、供給ロール２１から引き出され、案内ローラ２２を通り、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５に導かれる。参照符号２３は案内ローラ２２を支持する支持体、参照符号２４は支持台である。

【００４５】

テーブル２５にはカメラ２６ａ，２６ｂ，２６ｃ，２６ｄが設けられており、このカメラ２６ａ～２６ｄにより第１のターゲットマークａ１～ｄ１を読み取り、その読み取り情報に基づいて電極の印刷位置決めを行なう。電極の印刷位置決めはｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５によって行なう。電極は製版台２８に備えられた製版２７によって印刷される。ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５は真空吸着面となっており、図１１のように、４隅にカメラ２６ａ～２６ｄがガラス５６ａ，５６ｂ，５６ｃ，５６ｄを介して埋め込まれている。カメラ２６ａ～２６ｄは上向きに配置されており、カメラ２６ａ～２６ｄの上側を可撓性支持体１９が通るような配置となっている。このような構造であると、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５の上で上下動する製版２７による影響を受けることなく、カメラ２６ａ～２６ｄによる画像処理を実行できるという極めて優れた効果を得ることができる。ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５は真空吸着面を有し、グリーンシート４３の成形された可撓性支持体１９は、真空吸着面に真空吸着されるから、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５が補正動作によって駆動された場合でも、可撓性支持体１９はｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５と一体に駆動され、位置ずれを生じることがない。

【００４６】

カメラ２６ａ～２６ｄにより第１のターゲットマークａ１～ｄ１の座標（ｘ，ｙ）を読み取る。読み取られたデータに基づき、図示しないコンピュータシステムによりデータ処理を行ない、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５を制御し、θ方向、ｘ方向及びｙ方向にそれぞれ必要なだけ移動させる。

【００４７】

図１２は上述の電極印刷工程によって得られた電極パターン４４を示し、図１３は図１２の側面図を示している。電極パターン４４を構成する各電極は、適当な電極材料、例えばニッケル、銅等を主成分とする電極材料によって構成されている。電極パターン４４は個々の電極が横方向及び縦方向に間隔を隔てて配列されている。実施例において各電極は横方向にm行となるようにまた、縦方向には各奇数列においては６行、各偶数列には５行と

なっている。電極に付された参照番号のうち１桁目は当該電極の属する列を示し、２桁目は同じく属する行を示している。行数及び列数は任意である。上記電極のうち、横方向に隣り合う電極列、例えば第１列に属する電極２１１～２６１と、第２列に属する電極２１２～２５２では対応する個々の電極（２１１と２１２）～（２６１と２６２）が縦方向に所定寸法Ｌだけ異なるように配列してある。寸法Ｌは電極間ピッチ２Ｌの１／２が適当である。ただし、電極パターンは、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５により所望のパターンに移動できるため、図示のパターンである必要はない。例えば、各列の電極が同一の配列を繰り返すパターンでもあってもよい。

【００４８】

印刷工程において、電極パターン４４とともに、第２のターゲットマークａ２，ｂ２，ｃ２，ｄ２及びピッチマークｅ２を印刷する。電極パターン４４とともに、第２のターゲットマークａ２，ｂ２，ｃ２，ｄ２及びピッチマークｅ２を印刷することにより、図８の製造フローチャートに示したように、グリーンシート成形工程及び印刷工程を、複数回実行した後、得られた積層グリーンシートを可撓性支持体から剥離し、次に、剥離して得られた複数の積層グリーンシートを積層する工程をとる場合は、互いの電極パターン４４が、第２のターゲットマークａ２，ｂ２，ｃ２，ｄ２を基準とした所定の位置関係となるように、高精度で位置決めし、積層することができる。また、図７の製造フローチャートによる場合は、製版を交換した時に、電極パターン４４と同時に印刷形成される第２のターゲットマークａ２，ｂ２，ｃ２，ｄ２に対する第１のターゲットマークａ１，ｂ１，ｃ１，ｄ１の位置関係を見ることにより、第１のターゲットマークａ１，ｂ１，ｃ１，ｄ１と電極パターン４４との相対位置が分かり、画像処理を行なうことができる。

【００４９】

＜画像処理による位置合わせ＞

次に、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５による位置決め及び位置合わせの詳細について説明する。図１４はｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５に対する４台のカメラ２６ａ～２６ｄの位置関係を示す図である。カメラ２６ａ～２６ｄは、前述した可撓性支持体１９上の第１のターゲットマークａ１～ｄ１の位置に対応する４点に配置されている。カメラ２６ａ～２６ｄの配置位置は設計上定まっているが、実際には配置誤差等があるため、そのままでは座標の読み取り誤差を生じる。これを補正する手段として、当該製造プロセスを稼働する前に、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５の下に位置するカメラ２６ａ～２６ｄの一つ、たとえばカメラ２６ａを基準として、その中心点を原点（０、０）と定める。次に、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５をｘ軸方向に移動させ、原点（０、０）に対応する位置が、　カメラ２６ｂの中心点に到達した時の座標（Ｘｂ，Ｙｂ）を読み取る。これによりカメラ２６ａの中心点を原点（０、０）としたときのカメラ２６ｂの位置が座標（Ｘｂ，Ｙｂ）として表されたことになる。ほかのカメラ２６ｃ，２６ｄ　についても同様にして、座標（Ｘｃ，Ｙｃ），（Ｘｄ，Ｙｄ）を求める。上記の初期補正は、ディスプレイ上の画像処理を併用して行なう。このように各カメラ２６ａ～２６ｄの座標決定において、精度の高いｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５を駆動して行なうので、座標の読み取り誤差が極めて小さくなる。参照符号O_0はカメラ２６ａ～２６ｄの位置を表す座標（０、０）～（Ｘｄ、Ｙｄ）から計算された中点である。

【００５０】

第１のターゲットマークａ１～ｄ１の印刷位置は、殆ど位置ずれがないとしても、可撓性支持体１９は搬送されているので、テーブル２５の平面内で角度θで回転したり、Ｘ軸またはＹ軸の方向に位置ずれを起していることが多い。この位置ずれを補正して、電極パターン４４を高精度で印刷する。その手段として、上記初期補正の終えたカメラ２６ａ～２６ｄを使用し、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５上に真空吸着されている可撓性支持体１９の第１のターゲットマークａ１～ｄ１の座標を、図１５に示すように読み取る。カメラ２６ａ～２６ｄによる読み取り値は初期補正によって設定された座標（Ｘｂ～Ｙｂ）～（Ｘｄ～Ｙｄ）　を加味した座標に変換する。こうしてカメラ２６ａによって得られた第１のターゲットマークａの座標を（Ｘ１，Ｙ１）、カメラ２６ｂによって得られた第１のターゲ

ットマークｂの座標を（Ｘ２，Ｙ２）、カメラ２６ｃによって得られた座標を（Ｘ３，Ｙ３）、カメラ２６ｄによって得られた座標を（Ｘ４，Ｙ４）とする。

【００５１】

得られた座標（Ｘ１，Ｙ１）～（Ｘ４，Ｙ４）のデータから、図１５に示すように、第１のターゲットマークａ１～ｄ１によって囲まれた四辺形の最中点Ｏ１を求める。最中点Ｏ１は、対向２辺の中点（イ）、及び（ロ）を結ぶ線分Ｌ１の中点として求められる。この最中点Ｏ１が印刷時の位置合わせのための原点となる。そして線分Ｌ１に対し最中点Ｏ１を通る垂線Ｌ２を求める。垂線Ｌ２は通常、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５のＹ軸に対して角度θを有する。最中点Ｏ１及び角度θの算出は、カメラ２６ａ～２６ｄから図示しないコンピュータシステムに入力されるデータに基づいて、コンピュータシステムが行なう。そして、コンピュータシステムから与えられる制御信号に基づいて、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５がθ＝０になるように、矢印の方向に回転駆動され、これにより、角度θが補正される。ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５は、コンピュータシステムからの制御信号に基づき、更にＸ軸方向及びＹ軸方向に駆動され、Ｘ軸方向及びＹ軸方向の位置合わせが行なわれ、位置合わせが完了する。図１６は角度θの補正が行なわれた後の状態を示し、図１７はＸ軸方向の位置合わせが行なわれた後の状態を示し、図１８はＹ軸方向の位置合わせが行なわれた後の状態を示している。但し、実際の位置合わせ動作は、角度θを補正しながら、最中点Ｏ１を、カメラ２６ａ～２６ｄの中点$Ｏ_{0}$に合わせるような動作になる。

【００５２】

ここでは、精度を上げるため、カメラ２６ａ～２６ｄ及び補正用カメラ３０ａ～３０ｄを各４個使用しているが、第１のターゲットマーク２個、カメラ２個でも２点間の中点を出し、その２点間のずれ角度θを出し、コンピューターで処理することにより充分画像処理印刷は可能である。ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５は真空吸着面なっているため、ｘ方向、ｙ方向、θ方向にそれぞれ正確に移動することができる。このように画像処理を行なった後、可撓性支持体背面に接触するように任意の距離だけ、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５がｚ方向に移動され、スクリーン印刷が行なわれる。

【００５３】

印刷後、可撓性支持体１９は定尺送り装置２９（図１０参照）により一定寸法だけ移動され、引き続き、補正用のカメラ３０ａ～３０ｄのある位置に送られる。定尺送り装置２９は、可撓性支持体１９の接する面が真空吸着面となっており、従って、可撓性支持体１９の背面が定尺送り装置２９の真空吸着面に吸着固定される。そして、ピッチマークｅ１をセンサ（カメラ）によって読み取ると共に、次のピッチマークｅ１がセンサによって読み取られるまで、可撓性支持体１９に定尺送りを加える。このように、隣接するピッチマークｅ１とピッチマークｅ１との間の間隔分の定尺送りが加えられるので、第１のターゲットマークａ１～ｄ２が搬送ずれによってカメラ３０ａ～３０ｄの視野からはずれる等の不具合を生じることがない。しかも、定尺送り装置２９は、可撓性支持体１９の接する面が真空吸着面となっているから、定尺送りの動作中に可撓性支持体１９が定尺送り装置２９上で位置ずれを起すことがない。

【００５４】

補正用カメラ３０ａ～３０ｄは、ステーションは異なるものの、位置関係はカメラ２６ａ～２６ｄと同じである。ここで、パターン製版の取付け時の位置ずれは、第１のターゲットマークと、第２のターゲットマークとの間のずれを、上記の画像処理と同じ方法で座標を読み取ることにより測定でき、図示しないコンピューターシステムにより、データ処理を行なって必要な補正量を算出し、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５の制御システムにデータをフィードバックし、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５を駆動し、位置補正をおこなう。上記説明では、４台の補正用カメラ３０ａ～３０ｄを使用する場合について説明したが、８台のカメラを用い、この８台のカメラによって、第１のターゲットマークａ１～ｄ１及び第２のターゲットマークａ２～ｄ２を同時に読み取る構成であってもよい。第１のターゲットマークａ１～ｄ１と第２のターゲットマークａ２～ｄ２との位置関係は、予め、第１のターゲットマークａ１～ｄ１を印刷した標準版（例えばガラス標準版）を用いることによ

って明確化できる。
【００５５】
このようにして得られた電極の形成されたグリーンシート１９を透過光目視検査台３１、案内ローラ３２をへて、ローラ３３－３４間で回っているベルトコンベア３６に乗せ、乾燥炉３５で、例えば６０℃にて乾燥した後、案内ローラ３７を通り、巻取り巻き取りローラ３８で巻き取る。
【００５６】
＜設定積層数を得る工程＞
ａ．図７の製造フローチャートに従う場合
上述のようにして、電極を印刷したグリーンシートを、図１に示す塗布装置を用いたグリーンシート成形工程に付し、再度、繰り出しローラ１１に取付け、蛇行修正ローラ１３を通して、第１のグリーンシート成形と同じように、所望のグリーンシート厚みになるように制御し、グリーンシート成形を行ない、次に、図１０に示す画像処理印刷機による画像処理に基づいて、電極を印刷する工程を、必要とする積層数だけ繰り返す。
【００５７】
図１９及び図２０は第２回目以降の電極印刷工程における電極印刷位置を示す図で、第１回目の電極に対して、一列だけ位置をずらして印刷する。電極パターンが変化した場合は、電極パターンに対応して、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５をｘ方向、ｙ方向またはθ方向に制御し、必要な電極パターンの重なりが得られるように制御する。例えば、図２１に示すように、電極パターン４４が同一電極列を間隔を隔てて配置したパターンを有する場合は、第１回目の電極パターンに対して、第２回目の電極パターン４４を可撓性支持体１９の幅方向に移動させる。ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５はｘ方向、ｙ方向、θ方向に任意に移動できるため、カメラ２６ａ～２６ｄで得られた第１のターゲットマークａ１～ｄ１の位置情報をコンピュターシステムに入力し、コンピュターシステムによって、必要な電極パターンの重なりとなるように、ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル２５を制御することができる。この２回目以降のグリーンシート成形と、画像処理印刷を所望の積層数まで繰り返す。そして、最終的に、第２の保護層５６Ｂを、例えば１６０μｍの厚みとなるように形成する。
【００５８】
図２２は上述のようにして得られた積層体の断面図であり、積層グリーンシート５５が可撓性支持体１９上に形成されている。５６Ａは第１の保護層、４３はグリーンシート、５４は乾燥後の電極、５６Ｂは第２の保護層である。
【００５９】
ｂ．図８に示した製造フローチャートに従う場合
図８に示した製造フローチャートに従う場合は、グリーンシート成形工程及び印刷工程を複数回実行した後、得られた積層グリーンシートを可撓性支持体から剥離し、次に、別途シート成形された第１の保護層上に、剥離して得られた複数の積層グリーンシートを積層する。次に、得られた積層体の最上層に、別途シート成形された第２の保護層を積層する。図２３にその具体例を示す。グリーンシート成形工程及び印刷工程をＱ回実行した後、得られた積層グリーンシート５６１～５６Ｑを可撓性支持体から剥離し、次に、別途シート成形された第１の保護層５６Ａ上に、剥離して得られた複数Ｑの積層グリーンシート５６１～５６Ｑを積層する。積層グリーンシート５６１～５６Ｑは、第２のターゲットマークａ２～ｄ２の画像処理によって得られた情報に基づいて位置合わせを行ないながら積層する。位置合わせは図１４～図１８で説明した通りである。次に、得られた積層体の最上層に、別途シート成形された第２の保護層５６Ｂを積層する。
【００６０】
＜設定積層数を得た後の工程＞
上述のようにして得られた積層グリーンシートを打ち抜き後プレスし、切断することにより、図２４に示す積層グリーンチップが得られる。得られた積層グリーンチップを、所定の温度条件で脱バインダ処理した後、焼成し、更に、端子電極を焼き付け形成する。

【００６１】
脱バインダ及び焼成の条件は従来より周知である。例えば、２８０℃で１２時間脱バインダし、還元雰囲気中で１３００℃にて２時間焼成する。焼成後得られた積層体に端子電極４（図６参照）を形成する。端子電極４の材質及び形成方法も従来よりよく知られている。例えば、銅を主成分とし、Ｎ２＋Ｈ２中で８００℃にて３０分焼き付けし、めっきを行なう。
【００６２】
＜特性の評価１；主として塗布面に対するローラの非接触による効果＞
本発明に係る塗布装置を用いて製造された積層セラミックコンデンサと、従来の塗布装置を用いて製造された積層セラミックコンデンサの特性評価を、図２６に表１として示す。表１において、試料Ｎｏ．１及び２は従来の塗布装置を用いて製造された積層セラミックコンデンサ、試料Ｎｏ．３及び４は本発明に係る塗布装置を用いて製造された積層セラミックコンデンサである。試料Ｎｏ．１及び２は、グリーンシートを形成する際にローラがグリーンシートに接触する。試料Ｎｏ．３及び４は、グリーンシートを形成する際にローラがグリーンシートに接触しない。
【００６３】
試料Ｎｏ．１はグリーンシート厚み１１．０μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み６．６μｍ、積層数１１０層である。試料Ｎｏ．２はグリーンシート厚み１６．０μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み９．６μｍ、積層数７５層である。試料Ｎｏ．３はグリーンシート厚み１１．０μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み６．６μｍ、積層数１１０層である。試料Ｎｏ．４はグリーンシート厚み１６．０μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み９．６μｍ、積層数７５層である。
【００６４】
この積層セラミックコンデンサに対し、ピンホール数（個／１０ｍ）、静電容量、誘電体損失、絶縁抵抗、破壊電圧、ショート不良率の評価試験を行なった。表１はその評価結果を示している。試料Ｎｏ．１～４のそれぞれにおいて、試験に供されたサンプル数は３０，０００個である。
【００６５】
ａ．ピンホール数（個／１０ｍ）
本発明に係る塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．３及び４の何れにおいても、ピンホール数は０（個／１０ｍ）である。これに対して、従来の塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１では３３個／１０ｍのピンホールが認められ、試料Ｎｏ．２では４９個／１０ｍのピンホール数が認められた。従来の塗布装置を用いた製造方法では、可撓性支持体のセラミック塗料塗布面が、塗布前及び塗布後の何れの場合においても、ローラに接触するため、グリーンシートに剥離によるピンホールを多発するのに対して、本発明に係る塗布装置を用いた製造方法では、可撓性支持体のセラミック塗料塗布面が、塗布前及び塗布後の何れの場合においても、ローラに接触することがないため、グリーンシートに剥離によるピンホールが発生しないためであると推測される。
【００６６】
ｂ．静電容量、誘電体損失
ヒューレットパッカード社製インピーダンスアナライザーＨＰ－４２８４Ａで２０℃にて測定した。静電容量は、試料Ｎｏ．１では０．９６μＦであるのに対し、試料Ｎｏ．３では１．０４μＦであり、本発明に係る塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．３は、従来の塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１よりも大きな静電容量を取得できる。試料Ｎｏ．２と試料Ｎｏ．４との比較では、同一の静電容量が得られる。本発明に係る塗布装置は、グリーンシートの厚みを薄くした場合に有効である。
【００６７】
ｔａｎδ（％）に関しては、試料Ｎｏ．１及び２では１．７２（％）、１．６３（％）であるのに対し、試料Ｎｏ．３及び４では１．７０（％）、１．６０（％）であり、試料Ｎｏ．３及び４は試料Ｎｏ．１及び２よりも誘電体損失が小さくなっている。

【００６８】
ｃ．絶縁抵抗及びショート不良率
ヒューレットパッカード社製高抵抗計ＨＰ－４３２９Ａで２０℃にて１０Ｖ印加し、３０秒後測定した。絶縁抵抗が１０００Ω以下のものをショート不良とし、各試料Ｎｏ．１～４のそれぞれにおいて、試験に供されたサンプル数に対するショート不良発生数の割合をショート不良率として表示した。
【００６９】
絶縁抵抗は、試料Ｎｏ．１及び２では２．３×10^9Ω、４．３×10^9Ωであるのに対し、試料Ｎｏ．３及び４では３．０×10^9Ω、４．９×10^9Ωあり、本発明に係る塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．３及び４は、従来の塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１及び２よりも大きな絶縁抵抗を取得できる。
【００７０】
ショート不良率は、試料Ｎｏ．１および２では１０．４（％）、６．５（％）であるのに対し、試料Ｎｏ．３及び４では０．４（％）、０．２（％）であり、本発明に係る塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．３及び４は、従来の塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１及び２よりもショート不良率が著しく小さくなっている。
【００７１】
ｄ．破壊電圧
破壊電圧の評価は、自動昇圧試験機にて測定した。破壊電圧は、試料Ｎｏ．１及びでは３５０（ｖ）、６１０（ｖ）であるのに対し、試料Ｎｏ．３及び４では５８０（ｖ）、８００（ｖ）であり、本発明に係る製造方法によって得られた試料Ｎｏ．３及び４は、従来の製造方法による試料Ｎｏ．１及び２よりも大きな破壊電圧を確保できる。
【００７２】
＜特性の評価２；主としてテンション制御による効果＞
本発明に係る塗布装置で積層セラミックグリーンシートを得る場合、積層セラミックグリーンシートが厚くなるに従い、巻き取りテンションが強すぎると、可撓性支持体の塗布面がＳｉ等により剥離しやすいように表面加工してあるため、可撓性支持体の塗布面とは反対側の面にその前の巻回数に当るグリーンシートが転写することがある。８μｍセラミックグリーンシートを７５層積層した場合のテンション別の転写程度を図２７に表２として示す。試料Ｎｏ．５では、巻き取りテンションが弱すぎて巻きずれを発生が認められた。試料Ｎｏ．１０では、巻き取りテンションが強すぎて１８箇所（１００ｍｍ幅）または３１箇所（１０００ｍｍ幅）で転写の発生が認められた。試料Ｎｏ．６～試料Ｎｏ．９では転写の発生が認められていない。この結果から見ると、巻き取りテンションは０．１ｋｇｆ～１．５ｋｇｆ／１００ｍｍ幅が適している。
【００７３】
＜特性の評価３；ローラ非接触及び画像処理装置による位置合わせによって得られる効果＞
次に、積層セラミックコンデンサの製造において、本発明に係る塗布装置とともに、重要な要素である画像処理による位置合わせの効果にかかるデータを、図２８に表３として示す。
【００７４】
試料Ｎｏ．１１～１３は図７の製造フローチャートを経て得られた積層セラミックコンデンサ、試料Ｎｏ．１６は図８の製造フローチャートを経て得られた積層セラミックコンデンサ、試料Ｎｏ．１４及び１５は従来の塗布装置及び位置合わせ装置を用いた製造された積層セラミックコンデンサである。
【００７５】
試料Ｎｏ．１１はグリーンシート厚み８．０μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み５μｍ、積層数７５層である。試料Ｎｏ．１２はグリーンシート厚み２．５μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み１．５μｍ、積層数７５層である。試料Ｎｏ．１３はグリーンシート厚み２．５μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み１．５μｍ、積層数１５０層である

。
【００７６】
試料Ｎｏ．１４はグリーンシート厚み８．０μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み５μｍ、積層数７５層である。
【００７７】
試料Ｎｏ．１５はグリーンシート厚み２．５μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み１．５μｍ、積層数１５０層である。但し、試料Ｎｏ．１５は２．５μｍという薄いグリーンシートの厚みのために、積層セラミックコンデンサとして必要な特性を得ることができる程度に積層することができなかった（積層不可）。
【００７８】
試料Ｎｏ．１６はグリーンシート厚み８．０μｍ、焼成後の誘電体層２の一層の厚み５μｍ、積層数７５層である。試料Ｎｏ．１１～１６を通して、外形寸法は、３．２ｍｍｘ１．６ｍｍに固定した。厚み寸法は積層数及び一層当たりの誘電体層の厚みによって異なる。
【００７９】
この積層セラミックコンデンサに対し、ピンホール数（個／１０ｍ）静電容量、誘電体損失、絶縁抵抗、破壊電圧、ショート不良率、印刷ずれ及び歩留の評価試験を行なった。表１はその評価結果を示している。試料Ｎｏ．１１～１６のそれぞれにおいて、試験に供されたサンプル数は３０，０００個である。
【００８０】
表３に記載された評価試験結果について、本発明に係る塗布装置を用いた製造方法による積層セラミックコンデンサと、従来技術の塗布装置を用いた製造方法にによる積層セラミックコンデンサとを対比するに当たり、同じグリーンシート数及び同じ積層数を有する試料間で行なうこととする。具体的には試料Ｎｏ．１１、１６と試料Ｎｏ．１４との対比、試料Ｎｏ．１２、１３と試料Ｎｏ．１５との対比である。
【００８１】
ａ．静電容量、誘電体損失
静電容量は、試料Ｎｏ．１４では０．９１μＦであるのに対し、試料Ｎｏ．１１では１．０１μＦ、試料Ｎｏ．１６では１．０３μＦであり、本発明に係る塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１１、１６は、従来の塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１４よりも大きな静電容量を取得できる。
【００８２】
試料Ｎｏ．１２、１３と、試料Ｎｏ．１５との比較では、試料Ｎｏ．１５はグリーンシートの厚み２．５μｍでは積層不可であるのに対し、本発明に係る塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１２、１３は、２．５μｍという薄いグリーンシートを用いて、３．３μＦ、６．６３μＦの静電容量を取得できる。
【００８３】
ｔａｎδ（％）に関しては、試料Ｎｏ．１４では１．８８（％）であるのに対し、試料Ｎｏ．１１では１．８６（％）、試料Ｎｏ．１６では１．８５（％）であり、試料Ｎｏ．１１、１６は試料Ｎｏ．１４よりも、誘電体損失が小さくなっている。試料Ｎｏ．１２、１３は、２．５μｍという極めて薄いグリーンシートを用いても、１．８７（％）及び１．９６（％）の誘電体損失にとどまる。
【００８４】
ｂ．絶縁抵抗及びショート不良率
絶縁抵抗が１０００Ω以下のものをショート不良とし、各試料Ｎｏ．１１～１６のそれぞれにおいて、試験に供されたサンプル数に対するショート不良発生数の割合をショート不良率として表示した。
【００８５】
絶縁抵抗は、試料Ｎｏ．１４では１．７×10^9Ωであるのに対し、試料Ｎｏ．１１では２．０×10^9Ω、試料Ｎｏ．１６では３．１×10^9Ωであり、本発明に係る塗布装置を

用いて製造された試料Ｎｏ．１１、１６は、従来の塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１４よりも大きな絶縁抵抗を取得できる。また、試料Ｎｏ．１２、１３でも７．１×１０^{8}Ω、４．６×１０^{8}Ωの絶縁抵抗を確保できる。

【００８６】

ショート不良率は、試料Ｎｏ．１４では３３．２（％）であるのに対し、試料Ｎｏ．１１では０．７（％）、試料Ｎｏ．１６では０．４（％）であり、本発明に係る塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１１、１６は、従来の塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１４よりもショート不良率が著しく小さくなっている。また、試料Ｎｏ．１２、１３でも０．８（％）、１．０（％）のショート不良率に納まっている。

【００８７】

ｃ．破壊電圧

破壊電圧は、試料Ｎｏ．１４では１５０（ｖ）であるのに対し、試料Ｎｏ．１１、１６では２３０（ｖ）であり、本発明に係る製造方法によって得られた試料Ｎｏ．１１、１６は、従来の製造方法による試料Ｎｏ．１４よりも大きな破壊電圧を確保できる。また、グリーンシート厚みが２．５μｍ（乾燥後厚み１．５μｍ）と非常に薄い試料Ｎｏ．１２、１３でも９０（ｖ）、８０（ｖ）の破壊電圧を確保できる。

【００８８】

ｄ．印刷ずれ

積層セラミックコンデンサを図２５の点線部分で切断し、切断面において１０個の電極の位置ずれ量の最大値ΔＧｍａｘ（図２５参照）の平均値ΔＧｍａｘ－ａｖを測定した。平均値ΔＧｍａｘ－ａｖは、試料Ｎｏ．１４では２５０μｍであるのに対し、試料Ｎｏ．１１では８μｍ、試料Ｎｏ．１６では１１μｍであり、本発明に係る塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１１、１６は、従来の塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１４よりも印刷ずれが著しく小さくなっている。試料Ｎｏ．１２、１３でも平均値ΔＧｍａｘ－ａｖは、１２μｍ、１３μｍであり、印刷ずれが著しく小さい。

【００８９】

ｅ．ピンホール数（個／１０ｍ）

本発明に係る塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１１～１３及び１６の何れにおいても、ピンホール数は０（個／１０ｍ）である。これに対して、従来の塗布装置を用いて製造された試料Ｎｏ．１４では、４９個／１０ｍのピンホールが認められ、試料Ｎｏ．１５では８４個／１０ｍのピンホール数が認められた。

【００９０】

ｆ．歩留

歩留は、試料Ｎｏ．１４では３３（％）であるのに対し、試料Ｎｏ．１１、１６では９２（％）であり、試料Ｎｏ．１２、１３でも９２（％）、９０（％）の高歩留を確保できる。本発明に係る塗布装置を用いた製造方法によれば、歩留が著しく改善される。

【００９１】

以上を要するに、本発明による塗布装置によれば、従来積層できなかった２．５μｍという薄膜のグリーンシートを精度よく積層することが可能で、しかもショート不良率が低く、優れた特性を有する積層セラミックコンデンサを、高歩留で製造することができる。しかも、従来の塗布装置を用いてどうにか積層できる８μｍというグリーンシート厚みのところであっても、非常に良好な効果が得られた。

【００９２】

更に、従来の塗布装置を用いた製造方法では、電極のある部分とない部分では、電極の厚みと電極の本数との積だけの段差ができる。本発明に係る塗布装置を用いた製造方法においては、グリーンシート上に画像処理印刷を行なったグリーンシートに、再度グリーンシートを成形するため、この段差が解消できる方向にある。実験の結果、電極１本あたり２μｍあった段差が１．５μｍの段差になった。このようにわずかとは言え、段差が解消された。電極１本あたりではわずかだが、積層数が増えると例えば１５０層の場合、０．５μｍ×１５０＝７５μｍもの段差を解消できる。

【００９３】
【発明の効果】
以上述べたように、本発明によれば、次のような効果を得ることができる。
（ａ）塗布形成されたグリーンシートにピンホールが発生するのを防止し得る塗布装置を提供できる。
（ｂ）　面精度がよく、かつ、厚みバラツキの少ない均一なグリーンシートを得る塗布装置を提供できる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に係る塗布装置の構成及びその塗布装置を用いたグリーンシート形成工程を示す図である。
【図２】本発明に係る塗布装置を構成する押し出し式塗布ヘッドの断面図である。
【図３】図２に示した押し出し式塗布ヘッドを用いてグリーンシートを形成する状態を説明する図である。
【図４】押し出し式塗布ヘッドの別の例を示す断面図である。
【図５】図４に示した押し出し式塗布ヘッドを用いてグリーンシートを形成する状態を説明する図である。
【図６】本発明に係る塗布装置を用いて製造される積層セラミックコンデンサの断面図である。
【図７】図６に示す積層セラミックコンデンサを製造する場合の製造フローチャートである。
【図８】図６に示す積層セラミックコンデンサを製造する別の製造フローチャートである。
【図９】電極印刷に先立ち画像処理用のターゲットマーク及びピッチマークを形成する工程を示す図である。
【図１０】積層セラミック電子部品の製造方法に用いられる画像処理印刷機を示す図である。
【図１１】図１０に示す画像処理印刷機に含まれる画像処理用カメラの配置を示す図である。
【図１２】図１０に示す画像処理印刷機によって第１回目の電極を印刷した後の可撓性支持体面の平面図である。
【図１３】図１２に示した可撓性支持体の側面図である。
【図１４】画像処理用カメラを用いた画像情報による位置合わせを説明する図である。
【図１５】画像処理用カメラを用いた画像情報による位置合わせを説明する図である。
【図１６】画像処理用カメラを用いた画像情報による位置合わせにおいてθ補正を説明する図である。
【図１７】画像処理用カメラを用いた画像情報による位置合わせにおいてＸ軸方向位置合わせを説明する図である。
【図１８】画像処理用カメラを用いた画像情報による位置合わせにおいてＹ軸方向位置合わせを説明する図である。
【図１９】図１０に示す画像処理印刷機によって第２回目の電極を印刷した後の可撓性支持体面の平面図である。
【図２０】図１９に示した可撓性支持体の側面図である。
【図２１】図１０に示す画像処理印刷機によって得られる電極の他の例を示す平面図である。
【図２２】図７に示す製造フローチャートに従って得られる積層体の断面図である。
【図２３】図８に示す製造フローチャートに従って得られる別の積層体の断面図である。
【図２４】図２２または図２３に示す積層体からプレス、切断して得られた積層グリーンチップの斜視図である。
【図２５】電極の位置ずれ量の最大値ΔＧｍａｘの定義を説明する図である。
【図２６】本発明に係る塗布装置を用いて製造された積層セラミックコンデンサと従来の

塗布装置を用いて製造された積層セラミックコンデンサの特性評価データを示す図である。

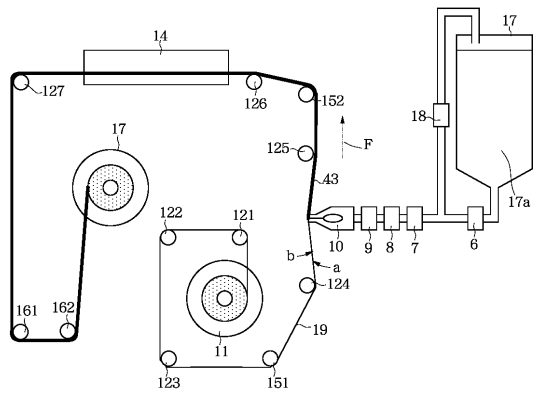
【図２７】可撓性支持体に与えられる巻き取りテンションと転写頻度との関係を示す図である。

【図２８】本発明に係る塗布装置を用いた製造装置によって製造された積層セラミックコンデンサと従来の塗布装置を用いた製造装置によって製造された積層セラミックコンデンサの特性評価データを示す図である。

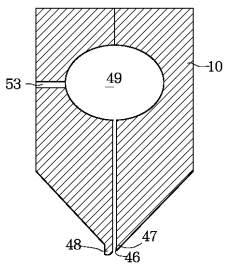
【符号の説明】

１２１～１２７	案内ローラ
１５１、１５２	サクションローラ
１６１、１６２	蛇行修正ローラ
６	定量ポンプ
９	質量流量計
１０	押し出し式塗布ヘッド
１７ａ	セラミック塗料
１９	可撓性支持体
２５	ｘ－ｙ－θ－ｚテーブル
２６ａ，２６ｂ，２６ｃ，２６ｄ	カメラ
ａ１～ｄ１	第１のターゲットマーク
ａ２～ｄ２	第２のターゲットマーク
２７	製版
２８	製版台
４３	グリーンシート

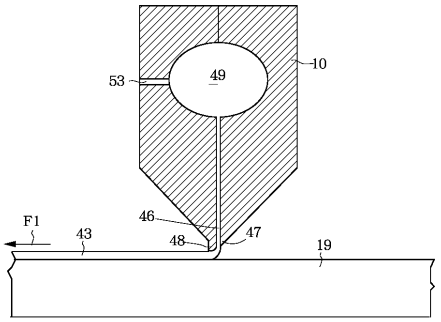
【図１】



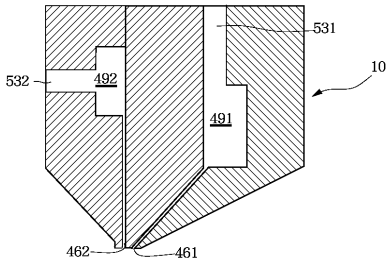
【図２】



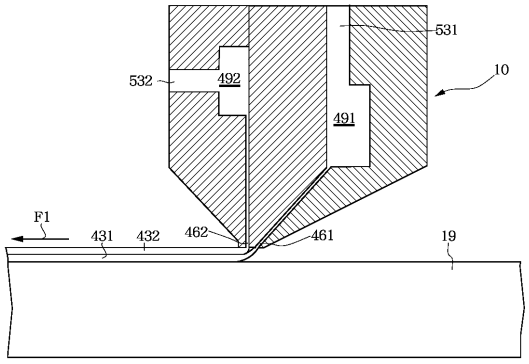
【図３】



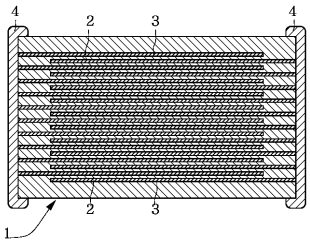
【図４】



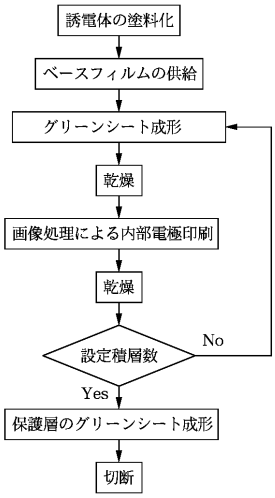
【図５】



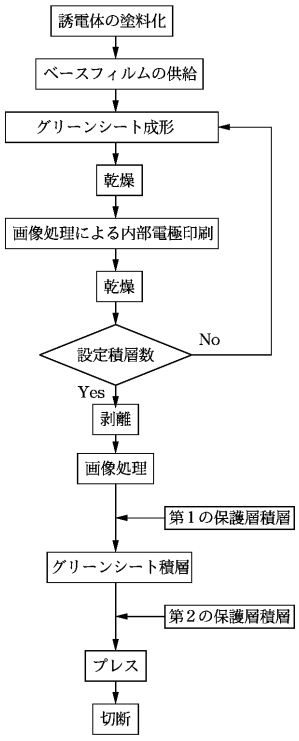
【図６】



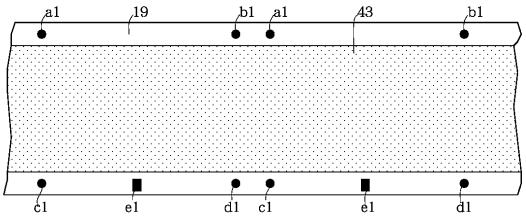
【図７】



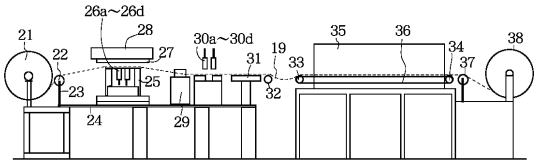
【図８】



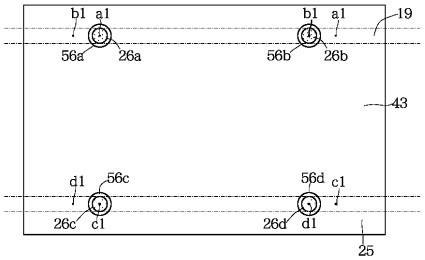
【図９】



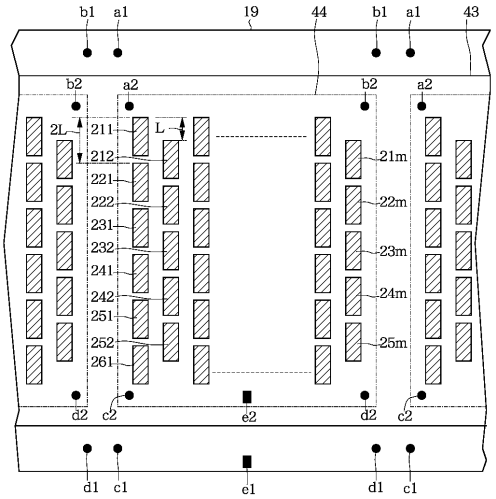
【図１０】



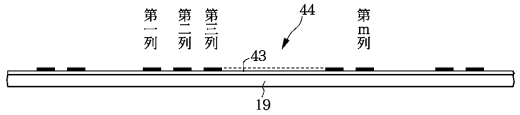
【図１１】



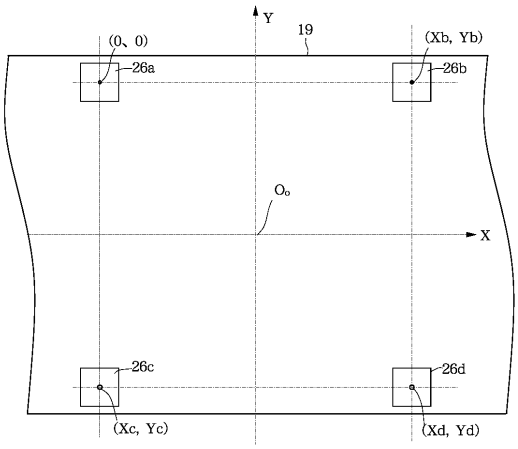
【図１２】



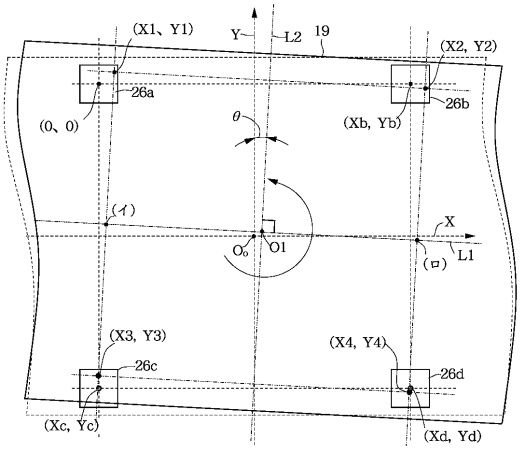
【図１３】



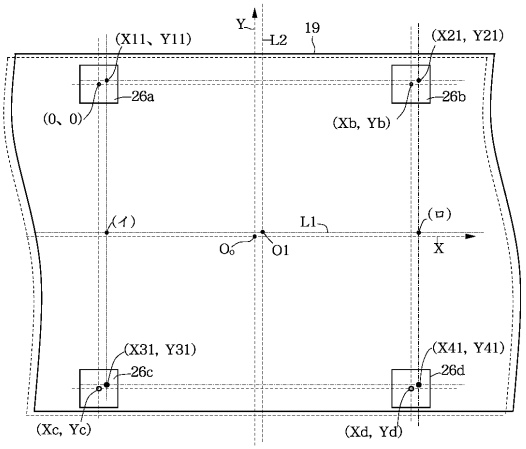
【図１４】



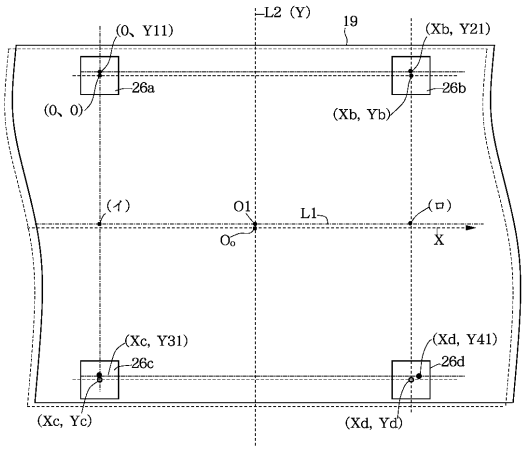
【図１５】



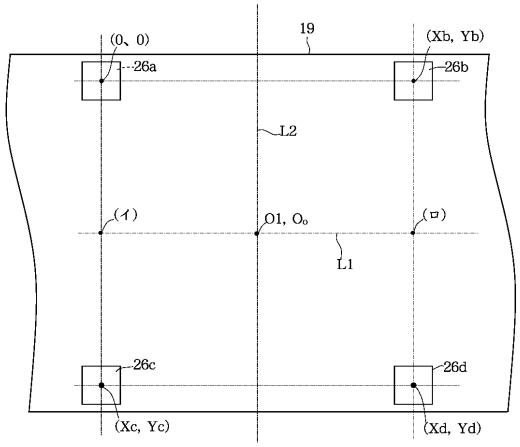
【図１６】



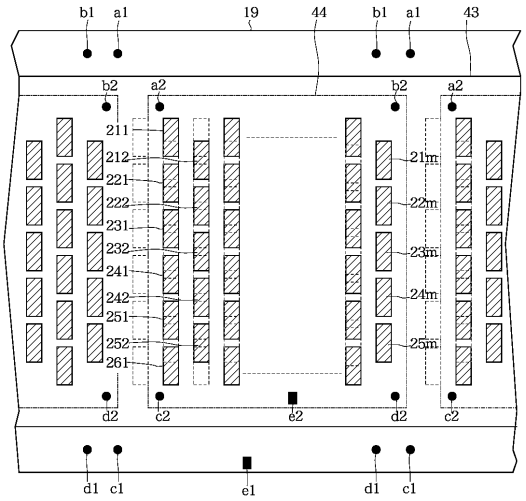
【図１７】



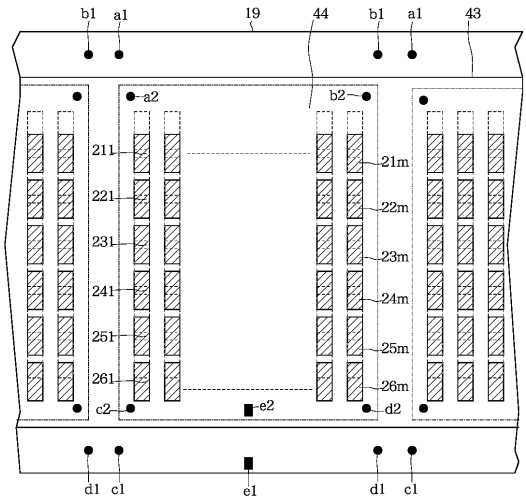
【図１８】



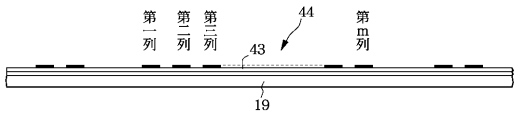
【図１９】



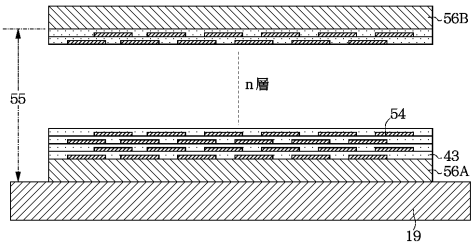
【図２１】



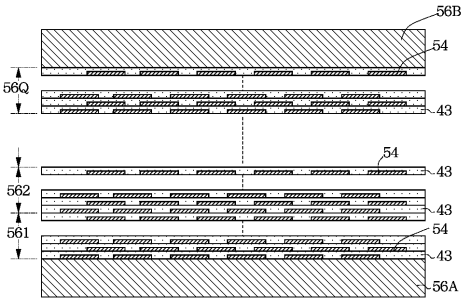
【図２０】



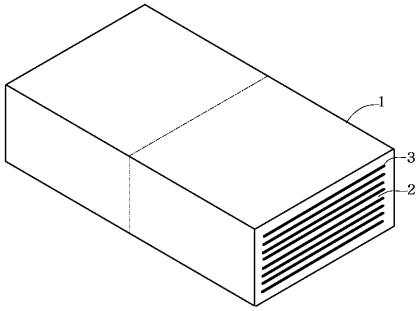
【図２２】



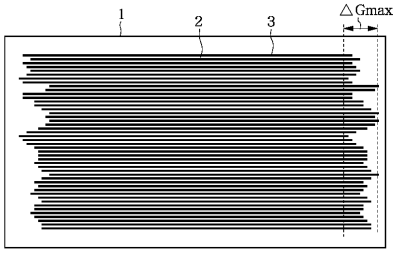
【図２３】



【図２４】



【図２５】



【図２６】

表 1

No.	グリーンシート厚み（μm）	剥離ピンホール 個／10m	積層数 層	容量（μF）	tan δ（%）	絶縁抵抗（Ω）	破壊電圧（v）	ショート不良率（%）	ローラ
＊1	11.0	33	110	0.96	1.72	2.3×10^{9}	350	10.4	接触
＊2	16.0	49	75	0.50	1.63	4.3×10^{9}	610	6.5	
3	11.0	0	110	1.04	1.70	3.0×10^{9}	580	0.4	非接触
4	16.0	0	75	0.50	1.60	4.9×10^{9}	800	0.2	

＊：比較例

【図２７】

表2

No.	巻き取りテンション（kgf／100mm幅）	繰り出し長さ1000mの転写頻度 （個所／100mm幅）	（個所／1000mm幅）
＊5	0.05	巻きずれあり、不可	巻きずれあり、不可
6	0.1	0	0
7	0.5	0	0
8	1.0	0	0
9	1.5	0	0
＊10	2.0	18	31

＊：比較例

【図２８】

表3

No.	グリーンシート厚み（μm）	剥離ピンホール 個／10m	積層数 層	容量（μF）	tan δ（%）	絶縁抵抗（Ω）	破壊電圧（v）	ショート不良率（%）	△Gmax－av（μm）	歩留（%）	積層方法（%）	ローラ
11	8.0	0	75	1.01	1.86	2.0×10^{8}	230	0.7	8	92	図7	非接触
12	2.5	0	75	3.30	1.87	7.1×10^{8}	90	0.8	12	92		
13	2.5	0	150	6.63	1.96	4.6×10^{8}	80	1.0	13	90		
＊14	8.0	49	75	0.91	1.88	1.7×10^{8}	150	33.2	250	33		接触
＊15	2.5	84	150	積層できず不可								
16	8.0	0	75	1.03	1.85	3.1×10^{9}	230	0.4	11	92	図8	非接触

＊：比較例

フロントページの続き

(72)発明者　白井　重彦
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号　ティーディーケイ株式会社内

合議体
審判長　松本　邦夫
審判官　瀧内　健夫
審判官　橋本　武

(56)参考文献　特開平６－１２６７２０（ＪＰ，Ａ）
特開平５－１０１９７１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－１６４６８０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１３２５６６（ＪＰ，Ａ）
特開平２－２２９５７１（ＪＰ，Ａ）
特開平４－３５７６６（ＪＰ，Ａ）
実開平４－２２４４９（ＪＰ，Ｕ）
実開平１－１１８２１９（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
H01G 4/12
H01G13/00
B05D 1/26
B05C 5/02
B65H20/12