

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6421222号
(P6421222)

(45) 発行日 平成30年11月7日(2018.11.7)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

(51) Int.Cl.

C25D 1/04 (2006.01)

F 1

C25D 1/04 311

請求項の数 18 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-156457 (P2017-156457)
 (22) 出願日 平成29年8月14日 (2017.8.14)
 (65) 公開番号 特開2018-28147 (P2018-28147A)
 (43) 公開日 平成30年2月22日 (2018.2.22)
 審査請求日 平成30年4月26日 (2018.4.26)
 (31) 優先権主張番号 15/241, 264
 (32) 優先日 平成28年8月19日 (2016.8.19)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 591057290
 長春石油化學股▲分▼有限公司
 台灣台北市松江路301號7樓
 (74) 代理人 110001070
 特許業務法人SSINPAT
 (72) 発明者 鄭桂森
 台灣台北市松江路301號7樓
 (72) 発明者 賴耀森
 台灣台北市松江路301號7樓
 審査官 坂本薰昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】表面処理電解銅箔およびフレキシブルプリント回路基板の無線充電方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ノジュール処理面およびノジュール処理面とは反対する側にある面を有する表面処理銅箔であつて、

- (a) 銅含有量が90質量%を超え、
- (b) 銅箔のノジュール処理面の($R_{max} - R_z$) / R_z が0.9未満であり、
- (c) 200 × 1時間のアニール処理後の引張強度低下率が15%未満であり、および

(d) 表面処理銅箔の(111)面、(200)面、(220)面および(311)面の組織係数の総和に対する、表面処理銅箔の(200)面および(220)面の組織係数の総和が50%を超え、表面処理銅箔の(111)面、(200)面、(220)面および(311)面の各自の組織係数は、200 × 1時間のアニール処理後の、ノジュール処理面とは反対する側にある面におけるX線回折強度の測定から算出され、

前記引張強度は、室温で29 ~ 39 kg/mm²の範囲である、表面処理銅箔。

【請求項2】

前記ノジュール処理面の表面粗さ(R_z)は、0.7 ~ 3.0 μmの範囲である、請求項1に記載の表面処理銅箔。

【請求項3】

前記ノジュール処理面のニッケル含有量は、500 μg/dm²未満である、請求項1に記載の表面処理銅箔。

10

20

【請求項 4】

前記 200 × 1 時間のアニール処理後の(111)面の組織係数(TC(111))は、1.0未満である、請求項1に記載の表面処理銅箔。

【請求項 5】

前記 200 × 1 時間のアニール処理後の(200)面の組織係数(TC(200))は、1.0を超える、請求項1に記載の表面処理銅箔。

【請求項 6】

前記ノジュール処理面とは反対する側にある面の表面粗さは、2.2 μm未満である、請求項1に記載の表面処理銅箔。

【請求項 7】

前記銅箔の厚さは、35～210 μmの範囲である、請求項1に記載の表面処理銅箔。

10

【請求項 8】

前記銅箔の厚さは、35～70 μmの範囲である、請求項7に記載の表面処理銅箔。

【請求項 9】

前記ノジュール処理面に銅ノジュール層を有する、請求項1に記載の表面処理銅箔。

【請求項 10】

2層の請求項1に記載の表面処理銅箔と、前記2層の請求項1に記載の表面処理銅箔の間に積層された複合フィルムと、を含む、フレキシブル銅張り積層板。

【請求項 11】

前記複合フィルムは、2層の熱可塑性フィルムと、前記2層の熱可塑性フィルムの間に挟まれたポリイミドと、を含む、請求項10に記載のフレキシブル銅張り積層板。

20

【請求項 12】

離間された2層の表面処理銅箔を提供する工程、

前記離間された2層の表面処理銅箔の間に複合フィルムを設置する工程、および、

前記2層の表面処理銅箔と前記複合フィルムを約300～400の温度範囲で約2分間ホットプレスで供給し、2層のフレキシブル銅張り積層板を形成する工程、
を含む、請求項10に記載のフレキシブル銅張り積層板を製造する方法。

【請求項 13】

前記銅張り積層板をエッチングして、回路を形成する工程をさらに含む、請求項12に記載の方法。

30

【請求項 14】

前記回路は、無線充電式フレキシブルプリント回路基板のコイルである、請求項13に記載の方法。

【請求項 15】

請求項1に記載の表面処理銅箔を含む、無線充電受信器。

【請求項 16】

前記受信器は、スマートフォン、タブレット、ウェアラブルデバイス、自動車、産業機械およびそれらの組み合わせからなる群から選択される一種である、請求項15に記載の無線充電受信器。

【請求項 17】

請求項1に記載の表面処理銅箔を含む、無線充電送信器。

40

【請求項 18】

机、会議用テーブル、コーヒーテーブル、空港用座席、劇場用座席、飛行機および自動車のうちの少なくとも1つに組み込まれた、請求項17に記載の無線充電送信器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、表面処理電解銅箔、その製造方法、及びフレキシブルプリント回路基板(以下、「FPCB」ともいう)の無線充電方法に関し、また、このようなFPCBを組み込

50

み、無線充電できる複数の種類の装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、プリント回路基板を含む多くの電気装置は、二次電池を含むバッテリ電源により動作する。二次電池を再充電するために、二次電池を内蔵する装置は、機械的コネクタ、例えば、プラグまたは充電ポートを含み、それにより充電電源が前記のプラグまたはポートに接続される。従来の接続は、互換性のあるプラグを備えるワイヤ、あるいは前記の充電ポートが嵌合するドッキング装置である。

【0003】

一方、近年の発展により、物理的な接続を使用せずに、電源から受信装置に電流を伝導することにより、二次電池を無線充電し、さらに、電流によって受信装置のバッテリを充電または再充電することが望まれている。この場合、前記受信装置はスマートフォンまたはウェアラブルデバイスから大型の産業用フォークリフトに至るまであらゆるものがあり得る。

10

【0004】

無線充電の概念は、電力がエアギャップを介して、また送信回路のコイルと受信回路のコイルとの間に存在する可能性のある非金属物体を通過して、安全に伝送されると理解される。このような非金属物体の例として、木材、プラスチック、花崗岩、セラミック、ガラスなどが挙げられる。電源電圧は、送信装置において高周波交流（A C）に変換され、送信回路により送信コイルに送られる。送信コイルと受信コイルが特定の距離内にある場合、送信コイル内を流れる交流電流は受信装置内の受信コイルまで延びる磁場を生成する。
。

20

【0005】

また、前記の磁場は、受信装置の受信コイル内に電流を生成し、この受信コイル内を流れる電流は、受信回路により直流（D C）に変換され、受信装置のバッテリを充電する。
。

【0006】

無線充電は、磁気共鳴または誘導電力伝送の原理（以下、「I P T」ともいう）に基づいて、電力が2つの物体間でコイルを介して伝送されるプロセスである。

【0007】

30

誘導充電では、図1 Aに示すように、受信装置は充電面に直接配置され、送信コイルと受信コイルとが正確に重なることを必要とする。これは、受信器と送信器とが密接に整列していなければならず、受信器と送信器コイルとの間の距離が数ミリに制限されていることを意味する。これら密結合システムの利点は、磁気共鳴充電に比べて高効率である。

【0008】

磁気共鳴充電（図1 Bに示す）では、複数の装置を同時に充電することができ、複数の受信装置の受信コイルにより異なる領域から磁場を取り出すことができる。磁気共鳴充電の明らかな利点は、より大きな充電面積と複数の装置を同時に充電する能力である。磁気共鳴充電方案の課題は、EMI（Electro-Magnetic Interference）の増加と誘導充電に比べて低効率である。
。

40

【0009】

無線充電器の利点は数多くあり、例えば以下の事項が挙げられる。

1. 日常装置の充電は利便性と普遍性がより高い；
2. 機械的コネクタの維持に伴うコストの削減；
3. 無菌または密閉（防水）の状態を維持する必要がある装置に対する安全な電力の提供または充電；
4. 機械的接続部および/または充電ポートにおける酸素または水などの要素による腐食の防止；
5. 有線接触に伴う火花や破片の除去；
6. ワイヤーなし；

50

7. 充電器や予備の電池を持つ必要はない；および

8. 無線充電は、コード、コネクタ、および電気プラグの必要性を排除し、また、互換性がある装置を持つすべてのユーザーが同じ無線充電パッドを使用できるようにする。

【0010】

巻線銅線コイルは現在、送信コイルとして無線充電パッドに使用されている。そのため、内部直流抵抗が低く、高品質、および高効率を提供しているが、厚みがより厚いため、ウェアラブルデバイスやスマートフォンに組み込むことが難しくなり、コストも高くなる。

【0011】

一方、FPCBコイルは、受信コイルとして携帯電話に使用することができるが、巻線銅線コイルに比べて、より高い内部直流抵抗で、低品質、低効率であるものの、巻線銅線コイルに比べて、厚みがより薄く、コストも低い。

【0012】

2015年8月5日に公開された特許文献1には、薄い銅箔と厚い銅箔を使用して銅張り積層板を製造する試みが開示されている。また、2011年11月4日に公開された特許文献2には、銅と樹脂基材との剥離強度を向上するために銅張り積層板用銅箔を処理する他の試みが開示されている。さらに、2014年10月13日に公開された特許文献3には、プロファイルRaの平均線からの算術平均偏差を満足させる電解銅箔を製造する試みが開示されている。2011年9月30日に登録された特許文献4および同じく2011年9月30日に登録された特許文献5には、銅箔を製造する他の試みが開示されている。しかし、これらの試みのいずれも、開示された実施形態の要件を満たしていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】CN204526301U号公報

【特許文献2】特開2011-219790号公報

【特許文献3】特表2016-537514号公報

【特許文献4】特許第4833692号公報

【特許文献5】特許第4833556号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

したがって、現在のFPCBコイルの欠点を有さない、FPCBコイルとしてスマートフォン、ウェアラブルデバイスおよび他の物品に使用できる改良された銅箔が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0015】

一実施形態では、図2Aに示すように、銅箔31、33は、2層のフレキシブル銅張り積層板（以下、「FCCCL」ともいう）38に使用され、そこに、2つの銅箔31、33は、熱可塑性ポリイミド（TPI）30と、ポリイミド（PI）32と、他の熱可塑性ポリイミド34の層とを含む構造を有するポリマー材料の介在層を介在して積層されている。

【0016】

他の実施形態では、FCCCLは、図2Bに示す構造の3層FCCCL39の形態を取ることができる、2つの銅箔31、33は、ポリイミド32の層により分離されており、当該ポリイミド32の層の両側に接着剤としてエポキシ層35、36が設けられている。

【発明の効果】

【0017】

通常、2層FCCCL38は、接着層の耐熱性が低いため、信頼性が3層FCCCL39よりも高いが、コストもより高い。なお、無線充電用FPCBコイルは、2層FCCCL(8

10

20

30

40

50

0 %) または 3 層 F C C L (2 0 %) で作製することができる。

【 0 0 1 8 】

回路 (コイル) は、レジスト層で部分的に保護された銅箔をエッチングしてコイルを形成することにより作製される。保護されていない銅箔は下向へエッチングされたが、いくつかの顕著な発見があった。

【 0 0 1 9 】

驚くべきことに、様々な面構成 ((111) 面) は他の面 (例えば、(200)、(220) または (311) 面) よりもエッチング遅いことが分かった。厚い銅箔は、箔の厚さの増加につれて、横方向のエッチング (サイドエッチング) (レジストへの最大距離) を有するようになる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

以下、添付の図面により、本発明の実施態様を説明するが、それは単なる例示である。

【 図 1 A 】 誘導充電を示す概略図である。

【 図 1 B 】 磁気共鳴充電を示す概略図である。

【 図 2 A 】 2 層 F C C L の構造を示す概略図である。

【 図 2 B 】 3 層 F C C L の構造を示す概略図である。

【 図 3 A 】 充電パッドに用いる巻線銅線コイルを示す概略図である。

【 図 3 B 】 図 3 A に用いられる銅線の拡大図である。

【 図 4 】 受信コイルとして携帯電話に用いる F P C B コイルである。

20

【 図 5 】 積層プロセスにより 2 層 F C C L を形成する方法を示す概略図である。

【 図 6 A 】 銅箔が高い銅含有率 (%) を有し、積層面にノジュール層を有することを示す。

【 図 6 B 】 銅箔がレジスト面に高いプロファイルを有するため、銅含有率 (%) が低いことを示す。

【 図 6 C 】 銅箔が、積層面に高いプロファイルを有するため、銅含有率 (%) が低いことを示す。

【 図 7 】 T P I / P I / T P I 複合フィルムの実施形態である。

【 図 8 A 】 より均一な表面粗さを有する銅箔を示す概略図である。

【 図 8 B 】 図 8 A に示される表面粗さより大きいまたは不均一な表面粗さを有する銅箔を示す概略図である。

30

【 図 9 】 ワイヤのコアを通る電流より多くの電流がワイヤの外側表面で流れる、いわゆる表皮効果の現象によりワイヤでの電気伝導を示す概略図である。

【 図 1 0 】 ノジュールを有する銅箔に沿った電気伝導を示す概略図である。

【 図 1 1 】 良好なエッチングを示す回路 (コイル) を形成するための薄い銅箔から形成された F C C L のエッチングを示す概略図である。

【 図 1 2 】 横方向のエッチングを示す回路 (コイル) を形成するための厚い銅箔から形成された F C C L のエッチングを示す概略図である。

【 図 1 3 】 エッチファクタ = V / X を示す概略図である。

【 図 1 4 】 (111) 面内の銅原子の配列を示す概略図である。

40

【 図 1 5 】 (220) 面内の銅原子の配列を示す概略図である。

【 図 1 6 】 エッチング後の銅箔上ニッケルめっきにおけるニッケル含有量の影響を示す概略図である。

【 図 1 7 】 電解銅箔の形成プロセスを示す概略図である。

【 図 1 8 】 電解銅箔の後処理 (表面処理) を示す概略図である。

【 図 1 9 】 生銅箔 (raw copper foil) 上に銅ノジュールの形成プロセスを示す概略図である。

【 図 2 0 】 ホットプレス後に波状になる (曲がる) という望ましくない特性を示す銅箔積層板を示す概略図である。また、様々な態様は、図面に示された構成および手段に限定されないことが理解されるべきである。

50

【発明を実施するための形態】

【0021】

無線充電の一般概念は把握しやすい。しかしながら、それは単に無線充電が知られているだけであり、原材料のコストを下げ、受信コイルの製造コストを低減してより薄い物品を製造し、それによりスマートフォンやウェアラブルデバイスなどの装置の全体のサイズおよび重量を低減すると同時に、より高い効率を得られることを意味しない。

【0022】

誘導充電では、図1Aに示すように、充電される装置10は、無線充電器12上に直接配置され、充電器12の充電コイル14と装置10の受信コイル16との正確な重なりにより、磁場18が受信コイル16に電圧を誘導することができる。

10

【0023】

図1Bにおいて、複数の装置20、21、22が充電器23により同時に充電される磁気共鳴充電が図示されている。装置20、21、22の受信コイル25、26、27はそれぞれ単一の充電コイル28によって生成された磁場24を受取ることができる。

【0024】

本明細書に開示された技術を利用することにより、受信コイルを形成するために使用される銅箔の銅含有量は、コイルの同じ単位寸法に対して増加させることができる。同時に、銅箔31、33の厚さは減らず、コイルの導電性に影響を与えないが、図2Aに示すように、2層FCCCLにおけるTPI(熱可塑性ポリイミド)層30、34とPI(ポリイミド)フィルム層32との厚さを減少させることにより、受信コイル全体の厚さは減少される。

20

【0025】

これは、後でPIフィルムと積層される銅箔31の作製から始まり、達成される。

【0026】

銅含有量(%) = [単位面積重量(g/m²) / (厚み(μm) × 8.96(g/cm³))] × 100 > 90(%)

理論銅密度(theoretical copper density) = 8.96 g/cm³

【0027】

厚さはマイクロメータにより測定される。このように、図6Aの銅箔60の銅含有量(%)と、図6Bに示す別形態の銅箔62の銅含有量(%)と比較して、銅含有量(%)がB < Aの場合は、図6Aに示す高い銅含有量(%)の銅箔を有するコイル(銅箔のエッティング後)は、より高い電流に耐え、より低い内部直流抵抗をもたらす。

30

本発明の表面処理銅箔の銅含有量が90質量%が超える。

【0028】

この高い銅含有量の銅箔は、以下のようにして達成することができる。銅箔の積層面61の表面粗さ(Rz)は、0.7~3.0 μmの範囲でなければならない。それは、TPI層が非常に薄く作られ、銅箔のノジュール処理面(積層面)の表面粗さ(Rz)が3.0 μmを超えると、TPIが完全に充填することができず、TPIと銅箔のノジュール処理側の間にボイドが存在するためである。はんだ付けプロセス後、TPIおよび銅箔は容易に剥離する。一方、表面粗さ(Rz)が0.7 μm未満であると、剥離強度が不十分になる。図6A~6Cのそれぞれの銅箔は、さらにノジュールまたは積層面61に対向するレジスト面63を有する。TPI/PI/TPI複合フィルムの1つの実施形態は図7に示す。表面粗さの測定について、様々な方法およびプロトコルがある。R_{max}(最大高さ粗さ; Max. Height Roughness)は、粗さ曲線の平均ラインの方向にサンプリングされた基準長さの範囲における最も高いピークと最も低い谷の間のマイクロメートル単位の距離である。Rz(十点平均粗さ)は、マイクロメートル単位のサンプリングされた基準長さの範囲における粗さ曲線の平均線と最も高いピークから5番目までのピークとの各距離の平均値と、平均線と最も低い谷から5番目までの谷との間の各距離の平均値との合計値である。上記R_{max}、Rzの情報は、JIS B 0601-1994に基づいている。

40

50

前記レジスト面の表面粗さは、 $2.2 \mu\text{m}$ 未満であることが望ましい。

【0029】

より具体的には、本発明の銅箔の最大偏差 (R_{max} および R_z) の比は以下の関係を満たすように制御する必要がある：

積層面（銅箔のノジュール処理面）の $(R_{max} - R_z) / R_z$ が 0.9 より小さくなければならない。

【0030】

図 8 A および図 8 B に示すように、図 8 A の関係 $(R_{max} - R_z) / R_z$ は、図 8 B の関係より小さい。これは、図 8 A が図 8 B より均一な表面粗さを有することを意味する。関係 $(R_{max} - R_z) / R_z$ が小さいほど良好である。

10

【0031】

電流は、図 9 に示すワイヤ 9 2 のように導体の外側表面 9 0 上で移動する傾向があり、ワイヤ 9 2 のコア 9 1 にはあまり流れない。

【0032】

銅箔の積層面が（図 8 B のような）不規則な高い突起がある場合、電流の流れに影響を与え（抵抗が高くなり）、電流を消費する（熱になる）。したがって、無線充電効率が低下することになる。図 10 に示す銅箔 10 0 の表面に沿った電流 10 1 の流れは、

$(R_{max} - R_z) / R_z$ が 0.9 未満の関係を満たす。

したがって、表面粗さ (R_z) が限界内であることが要求されるだけでなく、許容可能な結果を得るために均一なプロファイルも必要とされる。

20

【0033】

引張強度はまた、F C C L の部品として使用され、そして受信コイルを形成する許容可能な銅箔の製造上の重要な要素である。

【0034】

200 で 1 時間のアニール処理後の電解銅箔の引張強度低下率が 15% 未満である必要がある。引張強度低下率は、以下のように定義される。

【0035】

引張強度低下率 (%) = [(受け取った引張強度 (tensile strength as received) - 200 × 1 時間のアニール処理後の引張強度) / 受け取った引張強度] × 100

30

【0036】

それぞれのレジスト面 5 7、5 8 と積層面 5 6、5 9 を有する銅箔 5 1、5 2 は、300 ~ 400 のオープン 5 5 で約 2 分間 300 ~ 400 のホットプレスローラーを用いて、T P I / P I / T P I 複合フィルム 5 3 と積層し、また、温度が非常に高いため、銅箔 5 1、5 2 が再結晶化されることがある。積層プロセス 5 0 の概略図は図 5 に示される。銅箔 5 1、5 2 が再結晶化されると、粒度 (grain size) が大きくなるため引張強度が低下することがある。

【0037】

引張強度低下率が 15% を超えると、銅箔が再結晶しやすくなり、銅箔の寸法が大きくなり、銅箔が熱的に不安定になる。ホットプレスプロセス後、図 2 0 に示すように、2 層 F C C L は容易に波型（曲げ）になることがある。

40

【0038】

本発明の銅箔は、通常、室温で $29 \sim 39 \text{ kg/mm}^2$ の範囲の引張強度を有する（アニール処理なし）。銅箔の引張強度が 29 kg/mm^2 より低いと、強度が不十分となることがある。引張強度が低い / 低下された銅箔と T P I / P I / T P I 複合フィルムとの積層板では、しわが発生しやすい。引張強度が 39 kg/mm^2 を超えると、銅箔の内部応力が高くなり、積層後、図 2 0 に示すような波型になりやすくなる。

【0039】

図 11 に示す P I フィルム 11 1 に積層される薄い銅箔 11 0 をエッティングすることとは異なり、より厚い銅箔 12 0 が P I フィルム 12 1 に積層されたことがさらに観察さ

50

れ、図12のようにエッティングをすると、エッティングが銅箔の厚さを通って進むにつれて顕著な横方向のエッティング（サイドエッティング）（レジストへの最大距離）を生じる。このような横方向のエッティングは、コイルから銅を除去する場合、それによりコイルの電流搬送能力が低下するので、望ましくない。より高い電流を流すために、厚さが約35μm、42μm、56μm、60μm、62μm、70μmおよびそれ以上の銅箔を無線充電FPCBに使用した。銅箔の厚さは、35μm、40μm、45μm、50μm、55μm、60μm、65μm、70μm、80μm、90μm、100μmから約110μm、130μm、150μm、170μm、190μmまたは210μmであり、すなわち、35～210μmの範囲にある。同様に、銅箔は、約35μm、36μm、37μm、38μm、39μm、40μm、41μm、42μm、43μm、44μm、45μm、46μm、47μm、48μm、49μm、50μm、51μm、52μm、53μm、54μm、55μm、56μm、57μm、58μm、59μm、60μm、61μm、62μm、63μm、64μm、65μm、66μm、67μm、68μm、69μm、または70μm、すなわち35～70μmの範囲の厚さを有する。

【0040】

しかし、銅箔がこのような厚さである場合、エッティングにより回路（コイル）を形成する時間が長くなる。銅箔は、(111)面のTC（組織係数；Texture Coefficient）比が高いと、(111)面の原子密度が高いので、厚み方向のエッティング速度が遅くなり、厚み方向に対して垂直方向のエッティング速度が速くなることを意味する。したがって、横方向のエッティングを起こし易い。すなわち、(200)面および(220)面の原子密度（図15に示す）が(111)面の原子密度（図14に示す）より低いため、(200)面および(220)面の高いTC比を有する銅箔は、回路（コイル）をエッティングすることが容易である。

本発明の表面処理銅箔の(111)面、(200)面、(220)面および(311)面の組織係数の総和に対する、表面処理銅箔の(200)面および(220)面の組織係数の総和が50%を超える。表面処理銅箔の(111)面、(200)面、(220)面および(311)面の各自の組織係数は、200×1時間のアニール処理後のレジスト面におけるX線回折強度の測定から算出される。200×1時間のアニール処理後の(111)面の組織係数(TC(111))は、1.0未満であることが望ましい。また、前記200×1時間のアニール処理後の(200)面の組織係数(TC(200))は、1.0を超えることが望ましい。

【0041】

ニッケルめっきのような表面処理は、エッチファクタにも影響する。銅箔のノジュール処理側（積層面）のニッケル含有量および表面粗さ(Rz)がエッチファクタに影響する。ニッケル含有量が高いほど、エッチファクタは低くなる。銅箔の積層面の表面粗さ(Rz)が高いほど、エッチファクタは低くなる。

【0042】

通常、銅箔の積層面のニッケル含有量は、500μg/dm²未満にすべきである。銅箔の積層面のニッケルめっきは、PIフィルムと銅箔との密着性を高めることができると、ニッケル含有量が500μg/dm²を超えると、図16に示すようにエッティング後に銅が残留する。

本発明のフレキシブル銅張り積層板は、2層の上記の表面処理銅箔と、当該2層の表面処理銅箔の間に積層された複合フィルムとを含む。前記複合フィルムは、2層の熱可塑性フィルムと、前記2層の熱可塑性フィルムの間に挟まれたポリイミドとを含む。

このフレキシブル銅張り積層板の製造方法は、

離間された2層の表面処理銅箔を提供する工程、

前記離間された2層の表面処理銅箔の間に複合フィルムを設置する工程、および、

前記2層の表面処理銅箔と前記複合フィルムを約300～400の温度範囲で約2分間ホットプレスで供給し、2層のフレキシブル銅張り積層板を形成する工程、

を含む。

10

20

30

40

50

前記銅張り積層板をエッティングして、回路を形成する工程をさらに含み、回路は、無線充電式フレキシブルプリント回路基板のコイルである。

【実施例】

【0043】

以下、実施例により本発明をさらに説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

実施例1

電解銅箔の製造

銅線を 50 wt % 硫酸水溶液に溶解し、硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 320 g / 1 と硫酸 (H_2SO_4) 100 g / 1 を含む硫酸銅電解液を調製した。硫酸銅電解液 1 リットル当り、ゼラチン (2 CP : 広栄化学工業株式会社製) 7.97 mg、3-メルカプト-1-プロパンスルホン酸ナトリウム (MPS : HOPAX 社製) 4.33 mg、ジアジンブラック (シグマ-アルドリッヂ会社製) 0.2 mg および塩化物イオン 35 mg を加えた。続いて、液温 50 °C、電流密度 34 A / dm² で厚さ 60 μm の電解銅箔を作製した。

10

【0044】

電解銅箔 171 を製造する典型的装置は、金属陰極ドラム 170 と不溶性金属陽極 172 を含み、金属陰極ドラムは回転可能であり、鏡面研磨面を有する。不溶性金属陽極は、金属陰極ドラムの約下半分に配置され、金属陰極ドラムを囲む。このような装置 173 は図 17 に示す。陰極ドラムと陽極との間に銅電解液を流し、両者の間に電流を流して銅を陰極ドラムに電着させ、そして、所定の厚さが得られたとき、電解銅箔を陰極ドラムから取り外すことにより銅箔を連続的に製造する。

20

【0045】

このようにして製造された銅箔は、光沢面（陰極ドラム上に形成された銅箔の表面）および、光沢面と反対する側の銅箔の表面にあるマット面（硫酸銅電解液と接する銅箔の表面）を有する。

【0046】

60 μm の生銅箔を作製した後、図 18 に概略的に示しているように、生銅箔 180 の表面 181、182 に銅ノジュールめっき処理、ニッケルめっき処理（コバルト、亜鉛を含む合金処理）、亜鉛めっき処理（防錆処理）、クロメート処理（防錆処理）を施す。銅箔の光沢面 181 またはマット面 182 のいずれかをノジュール処理することができる。しかし、ノジュール処理表面 183 は、ポリマーフィルム（例えば、TPI / PI / TPPI 複合フィルム）に積層される側になる。積層面（ノジュール処理表面）183（ノジュール + ニッケル + 亜鉛 + クロム + シラン）は、図 19 に概略的に示す。積層面とは反対する側にある面はレジスト面 184 である。

30

【0047】

電解銅箔表面の銅ノジュール処理

硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) : 120 g / 1

硫酸 (H_2SO_4) : 100 g / 1

塩化物イオン : 3.5 ppm

40

温度 : 25 °C

電流密度 : 40 A / dm²

時間 : 3.5 sec

【0048】

銅ノジュール上のニッケルめっき

硫酸ニッケル ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) : 180 g / 1

ホウ酸 (H_3BO_3) : 30 g / 1

次亜リン酸ナトリウム (NaH_2PO_2) : 3.6 g / 1

温度 : 20 °C

電流密度 : 0.2 A / dm²

50

時間 : 3 s e c

pH : 3 . 5

【0049】

亜鉛めっき

硫酸亜鉛 (ZnSO₄ · 7H₂O) : 9 g / l

NaOH : 40 g / l

温度 : 20°C

電流密度 : 0 . 2 A / dm²

時間 : 5 s e c

【0050】

10

クロムめっき

CrO₃ : 5 g / l

温度 : 30°C

電流密度 : 5 A / dm²

時間 : 5 s e c

【0051】

20

シラン処理

シランカップリング剤 (KBM-403) : 0 . 25 %

時間 : 5 s e c

以下の実施例は、本発明の様々な態様を例示するものである。

【0052】

【表1】

条件	実施例							比較例						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
電解銅箔 (生銅箔)	硫酸銅($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) (g/l)	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
	硫酸(H_2SO_4) (g/l)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	塩化物イオン(mg/l)	35	35	20	35	20	35	35	25	25	35	35	1.1	35
	温度(°C)	50	50	45	50	45	50	50	54	54	45	50	40	50
	電流密度(A/dm ²)	34	34	50	34	50	34	34	70	70	34	34	50	34
	ゼラチン(2CP)濃度 (mg/l)	7.97	5.6	7.2	7.2	5.58	7.17	7.97	0.25	0.4	9.56	7.2	0	7.2
	3-メルカプト-1-プロパンスルホン酸ナトリウム(MPS) 濃度(mg/l)	4.33	3	3.7	3.7	3.03	3.72	4.33	0	0	6.06	3.7	0	3.7
銅ノジュール 処理	ジアジンブラック(DB)濃度 (mg/l)	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0	0	0.2	0.1	0	0.2
	硫酸銅($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) (g/l)	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	硫酸(H_2SO_4) (g/l)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	塩化物イオン(ppm)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	温度(°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	電流密度(A/dm ²)	40	40	50	40	50	50	50	40	60	50	70	40	70
	時間(sec)	3.5	5	4	5	4	4	3	1	6	0.5	3	5	3
ニッケルめっき	硫酸ニッケル ($NiSO_4 \cdot 7H_2O$) (g/l)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
	ホウ酸(H_3BO_3) (g/l)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	次亜リン酸ナトリウム(NaH_2PO_2) (g/l)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
	温度(°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	電流密度(A/dm ²)	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	時間(sec)	3	3	6	0.5	2	3.5	1	3	3	3	3	3	10
	pH	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
亜鉛 めつき	硫酸亜鉛($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) (g/l)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	NaOH(g/l)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	温度(°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	電流密度(A/dm ²)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	時間(sec)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
クロム めつき	CrO_3 (g/l)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	温度(°C)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	電流密度(A/dm ²)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	時間(sec)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
シラン 処理	KBM-403(wt%)	0.25	0.3	0.3	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.3	0.3	0.3
	時間(sec)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

【0053】

10

20

30

40

【表2】

実施例		1	2	3	4	5	6	7
銅箔の厚さ(μm)		60.1	60.2	60.1	35.1	66.1	70.0	210.2
銅箔の単位面積重量(g/m ²)		532.3	486.5	498.1	295.3	563.8	594.6	1819
銅箔の銅含有量(%)		98.8	90.2	92.5	93.9	95.2	94.8	96.6
引張強度(kg/mm ²)		29.8	38.5	33.3	32.9	36.2	32.3	31.7
200°C × 1時間のアニール処理後の引張強度(kg/mm ²)		29.0	32.8	31.3	30.1	32.0	30.5	30.5
引張強度低下率(%)		2.7	14.8	6.0	8.5	11.6	5.6	3.8
レジスト面粗さ(μm)	Rz	1.06	2.16	1.67	1.41	1.26	1.22	1.14
積層面粗さ(μm)	Rz	0.77	2.96	2.48	2.19	1.79	1.65	1.30
	R _{max}	1.36	3.80	3.40	3.24	2.70	3.12	1.89
	(R _{max} - Rz) / Rz	0.77	0.28	0.37	0.48	0.51	0.89	0.45
200°C × 1時間のアニール処理後の組織係数	TC(111)	0.67	0.80	0.24	0.54	0.52	0.50	0.56
	TC(200)	1.64	1.12	3.26	1.66	2.31	1.77	1.42
	TC(220)	0.84	0.89	0.27	0.80	0.57	0.77	0.85
	TC(311)	0.85	1.19	0.23	1.00	0.60	0.96	1.17
	[TC(200)+TC(220)]/[TC(111)+TC(200)+TC(220)+TC(311)] (%)	62.0	50.3	88.3	61.8	72.0	63.5	56.8
	積層面のニッケル含有量 [μg/dm ²]	264	251	496	10.2	158	304	86
剥離強度 (kg/cm)		1.78	2.21	2.18	1.86	2.12	2.16	2.22
エッチング		4.2	3.7	3.6	5.4	3.8	3.6	3.5
エッチング後の残留銅	No	No	No	No	No	No	No	No
積層後 FCCLによる曲げ	No	No	No	No	No	No	No	No
幅100 μmのコイルが耐えられる最大電流(mA)		54.4	50.7	51.9	27.3	54.6	55.5	175

【0054】

10

20

30

【表3】

比較例		1	2	3	4	5	6	7
銅箔の厚さ(μm)		60.1	60.0	60.1	60.2	60.1	60.0	60.0
銅箔の単位面積重量(g/m ²)		455.6	447.8	531.0	516.7	507.3	513.9	511.8
銅箔の銅含有量(%)		84.6	83.3	98.6	95.8	94.2	95.6	95.2
引張強度(kg/mm ²)		37.1	37.5	33.2	33.6	53.2	32.5	45.6
200°C × 1時間のアニール処理後の引張強度(kg/mm ²)		33.7	36.2	31.3	31.6	27.8	31.2	36.6
引張強度低下率(%)		9.2	3.6	5.6	6.0	47.7	4.0	19.8
レジスト面粗さ(μm)	Rz	1.86	9.77	1.16	1.23	1.47	1.26	1.22
積層面粗さ(μm)	Rz	6.28	3.62	0.45	1.81	2.17	1.91	1.98
	R _{max}	7.84	5.57	0.82	4.15	3.00	3.64	2.95
	(R _{max} - Rz) / Rz	0.25	0.54	0.82	1.29	0.38	0.91	0.49
200°C × 1時間のアニール処理後の組織係数	TC(111)	0.63	0.05	0.59	0.61	1.23	0.56	1.72
	TC(200)	0.56	0.03	1.57	1.22	2.03	1.42	1.07
	TC(220)	2.07	3.80	0.85	0.98	0.39	0.85	0.44
	TC(311)	0.74	0.12	0.99	1.19	0.35	1.17	0.77
	[TC(200)+TC(220)]/[TC(111)+TC(200)+TC(220)+TC(311)] (%)	65.5	95.5	60.5	55.0	60.5	56.8	37.8
積層面のニッケル含有量(μg/dm ²)		258	246	262	252	237	896	232
剥離強度(kg/cm)		2.67	2.20	1.34	2.06	2.15	2.12	2.10
エッチング		2.8	3.4	4.5	5.0	3.9	2.9	3.0
エッチング後の残留銅	No	No	No	No	No	YES	No	
積層後FCCLによる曲げ	No	No	No	No	YES	No	YES	
幅100 μmのコイルが耐えられる最大電流(mA)		44.3	44.5	54.6	52.1	51.6	51.6	51.9

【0055】

[試験方法]

銅含有量

$$\text{銅含有量(%)} = [\text{単位面積重量(g/m}^2\text{)} / (\text{厚み(μm)} \times 8.96(\text{g/cm}^3))] \times 100$$

(1) 単位面積重量

1. 銅箔試料を100mm × 100mmの大きさに切断する。

2. 電子天秤を使用して銅箔試料の重量を測定する。電子天秤は、±0.1mgまでの計量精度が必要である。

3. 単位面積重量をg/m²単位で換算する。

(2) 厚さ

1. 銅箔の厚さは、高精度マイクロメータ(Mitutoyo 293-100 MDH-25M)を使用して測定する。0.000005"/0.1μm分解能の測定を有効にする。

【0056】

引張強度

IPC-TM-650の方法に基づいて、電解銅箔を切断して、100mm × 12.7mm(長さ×幅)の試験片を得、かつ、該試験片は、島津製作所製Model AG-

10

20

30

40

50

I型試験機を用い、チャック間距離 50 mm、クロスヘッドスピード 50 mm / 分の条件で室温（約 25 ℃）で測定した。

【0057】

粗さ

測定は、JIS B 0601-1994 の方法に基づいて、I型表面粗さ測定機（株式会社小坂研究所、SE1700 シリーズ）を用いて行った。

【0058】

ニッケル含有量

ニッケルの含有量は、銅箔を 150 × 150 mm の大きさに切断し、銅箔の一方の面に保護被膜を配置することにより測定される（被膜は銅箔を溶解から防止する）。乾燥後、さらに試験片を 100 × 100 mm の大きさに切断した（面積 = 1 dm²）。次いで、試験片を皿に入れ、20 mL の 18% HCl 溶液および 3 mL の 30% H₂O₂ 溶液で溶解した。試験片を溶解した後、溶液を 50 mL メスフラスコに注いだ。皿を水ですすぎ、最終量の 50 mL に達した。ニッケルの含有量を ICP-AES に従って測定した。

【0059】

組織係数 (TC)

分析に PANalytical B.V. 製の PW3040 型 X 線粉末回折計を使用して、45 kV の外部電圧、40 mA の電流、0.04° の走査分解能、および 40° ~ 95° の走査範囲（2°）の条件で測定した。各試験片の組織係数は、下記の式（1）を用いてを算出した。

【0060】

【数1】

$$TC(hk1) = \frac{I(hk1) / I_0(hk1)}{(1/n) \sum [I(hk1) / I_0(hk1)]} \quad 式(1)$$

【0061】

式（1）において、TC(hk1) は (hk1) 結晶面の組織係数を表し、TC の値が大きいほど結晶面の優先配向度が高い。I(hk1) は、解析された試験片の (hk1) 結晶面の回折強度を表す。I₀(hk1) は、米国試験材料学会（ASTM）（PDF #040836）により決定された標準銅粉末の (hk1) 結晶面の回折強度を表す。また、n は、特定の回折角（2°）の範囲内の回折ピークの数を表す。

【0062】

200 × 1 時間のアニール処理後のレジスト面の X 線回折強度の測定から、表面処理銅箔の (111) 面、(200) 面、(220) 面、(311) 面の組織係数を算出した。

【0063】

剥離強度

実施例 1 ~ 7 および比較例 1 ~ 7 の表面処理銅箔は、それぞれ、幅 520 mm の二つの銅箔ロールに分割し、350° のオーブンで 350° のホットプレスローラーを用いて、二つの銅箔ロールの積層面と TPI / PI / TPI 複合フィルムとを一緒にホットプレスして、固化したフレキシブル銅張り積層板が形成される。ホットプレスの速度は、1.3 m/min であり、圧力は 20 ニュートン/mm² である。TPI / PI / TPI 複合フィルムにおける TPI の厚さは 7 μm であり、PI の厚さは 5 μm である。フレキシブル銅張り積層板から適切なサイズの試料を切り出し、そして、JIS C 6511 に規定される方法に従って、表面処理銅箔を試験片幅 10 mm の基材（樹脂板）から剥離した。

【0064】

エッチファクタ

銅パターンは、化学エッチングプロセスで線幅 100 μm、間隔 30 μm で形成され、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて銅パターンのエッチファクタを測定した。また、エッチファクタは図 13 に示すような V / X の比により定義される。X は、側面エッテン

10

20

30

40

50

グの凹みを表し、Vは、下面エッチングの深さを表す。

【0065】

エッチング後の残留銅

銅パターンは、化学エッチングプロセスで線幅100μm、間隔30μmで形成された。線の端部が走査式電子顕微鏡(SEM)で観察され、線の端部に残留銅の有無を判定した。

【0066】

積層後F C C Lによる曲げ

実施例1～7および比較例1～7の表面処理銅箔は、それぞれ、幅520mmの二つの銅箔ロールに分割し、350のオープンで350のホットプレスローラーを用いて、二つの銅箔ロールの積層面とTPI/PPI/TPI複合フィルムとと一緒にホットプレスして、固化したフレキシブル銅張り積層板が形成される。ホットプレスの速度は、1.3m/minであり、圧力は20ニュートン/mm²である。TPI/PPI/TPI複合フィルムにおけるTPIの厚さは7μmであり、PPIの厚さは5μmである。フレキシブル銅張り積層板から520mm×520mmの試料を切り出し、当該試料を机に置いて、試料が曲げられるか机の上に平らにするかを目で観察する。

【0067】

[無線充電の応用]

スマートフォンとタブレットのための無線充電

例としては、スマートフォンおよびタブレットの無線充電用の改良された充電装置は、スマートフォンまたはタブレットに内蔵された小型無線受信機へ電力を転送する送信器として機能する充電パッドの使用に関与する。したがって、複数の外部電源アダプタを搭載する必要はない。

【0068】

ウェアラブル(wearable)デバイス用無線充電

あらゆる民生用電子装置に真の無線充電を提供するために、技術的には、何とか不規則な形状の物体、例えば、薄型ではないまたは形状がフラットではないものを充電することができ、また、一回に複数の不規則な形状のデバイスを保持し、無線充電することができるようになる必要がある。

【0069】

自動車の無線充電応用

複数の電子装置は、自動車の車室内に同時に無線充電することができる。例としては、あらゆる種類の電気自動車用の改良された充電装置を含み、電気自動車(EV)のリチウムイオン電池は、電気自動車の様々なモデルを充電するために、現在使用されている機械的コネクタを介さず、EVの下の地上伝送ユニットを介して無線充電することもできる。EVに使用される同じ充電方法は、濡れた環境、汚れた環境、移動中の環境で無線電力システムが使用される産業用充電機器、例えば、フォークリフト、フロントエンドローダ、ハイスト、トラクターおよび他の産業充電機器にも使用される。

【0070】

民生用電子装置の無線充電ための家具の使用

家具は、無線充電送信器のソースになることができる。電源は、机、テーブルまたは家電製品に組み込むことができる。無線充電ステーションは、ホテル、オフィス、学校、および家庭の机、会議用テーブル、レストランおよびコーヒーショップの机、映画館および空港のいすなどに許可される。

本発明の無線充電送信器は、自動車および飛行機に組み込むこともできる。

【0071】

本発明には、様々な実施形態の無線充電システムの製造、使用および応用方法、並びにそのサブコンポーネント要素が開示されているが、そのような実施形態は単なる例示であり、添付の特許請求の範囲に包含される本開示を限定するものではないことが理解されるべきである。

10

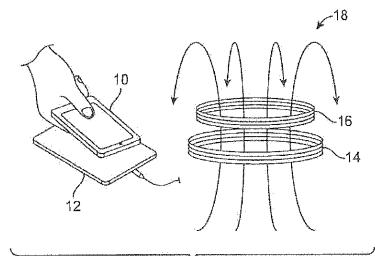
20

30

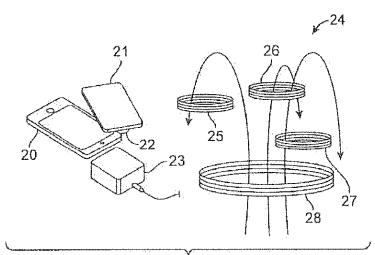
40

50

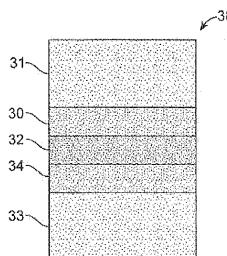
【図1A】



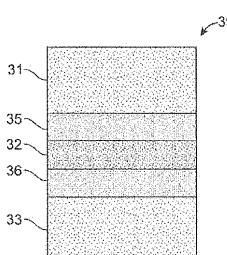
【図1B】



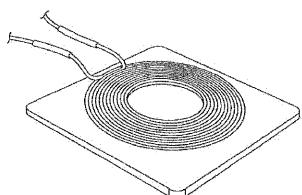
【図2A】



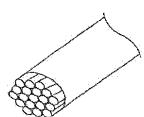
【図2B】



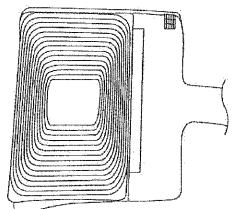
【図3A】



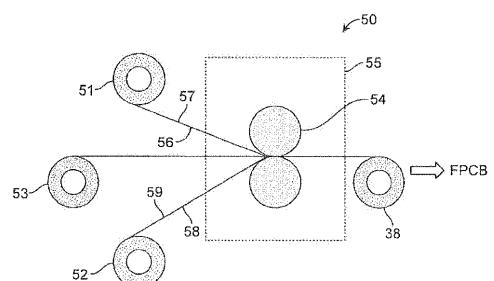
【図3B】



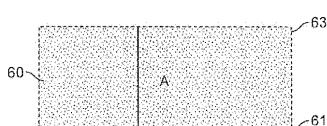
【図4】



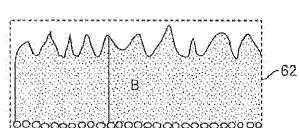
【図5】



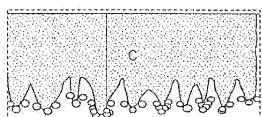
【図6A】



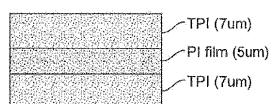
【図6B】



【図 6 C】



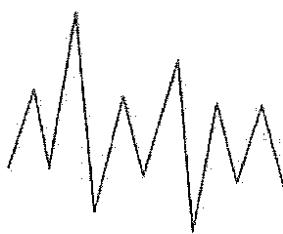
【図 7】



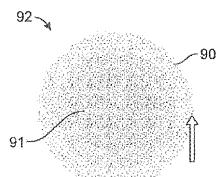
【図 8 A】



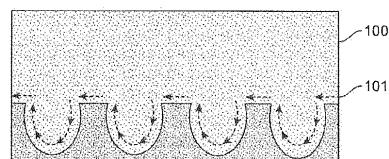
【図 8 B】



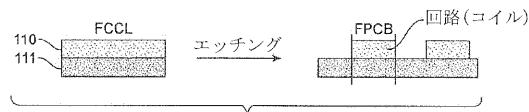
【図 9】



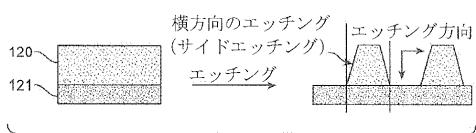
【図 10】



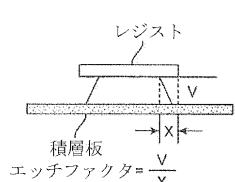
【図 11】



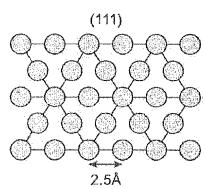
【図 12】



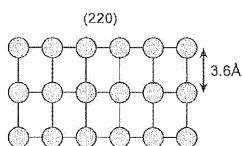
【図 13】



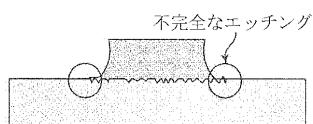
【図 14】



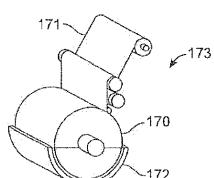
【図 15】



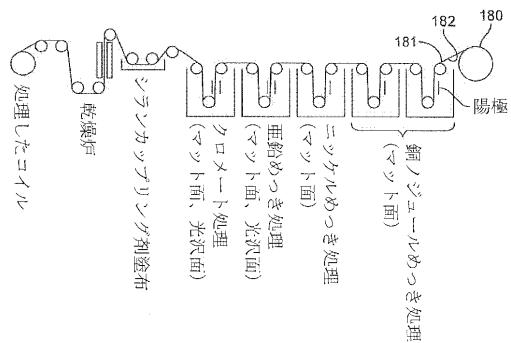
【図 16】



【図 17】



【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-021186(JP,A)
特開2015-183294(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 25 D 1 / 0 4