

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年7月27日(27.07.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/126325 A1

- (51) 国際特許分類:  
H05K 1/02 (2006.01) B32B 25/10 (2006.01)  
B32B 5/24 (2006.01) G06F 3/041 (2006.01)  
B32B 7/02 (2006.01) H01B 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/000133
- (22) 国際出願日: 2017年1月5日(05.01.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2016-007844 2016年1月19日(19.01.2016) JP
- (71) 出願人: トクセン工業株式会社(TOKUSEN KOGYO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6751361 兵庫県小野市住吉町南山1081 Hyogo (JP). 国立研究開発法人産業技術総合研究所(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山下 雅人(YAMASHITA Masato); 〒6751361 兵庫県小野市住吉町南山1081 トクセン工業株式会社内 Hyogo (JP). 住本 伸(SUMIMOTO Shin); 〒6751361 兵庫県小野市住吉町南山1081 トクセン工業株式会社内 Hyogo

(JP). 吉田 学(YOSHIDA Manabu); 〒3058565 茨城県つくば市東1-1-1 中央第5 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 植村 聖(UEMURA Sei); 〒3058565 茨城県つくば市東1-1-1 中央第5 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 延島 大樹(NOBESHIMA Taiki); 〒3058565 茨城県つくば市東1-1-1 中央第5 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 塩田 伸(SHIODA Shin); 〒3050032 茨城県つくば市竹園2丁目10-14 和宏ビル201号 ホームタウン特許事務所 Ibaraki (JP).

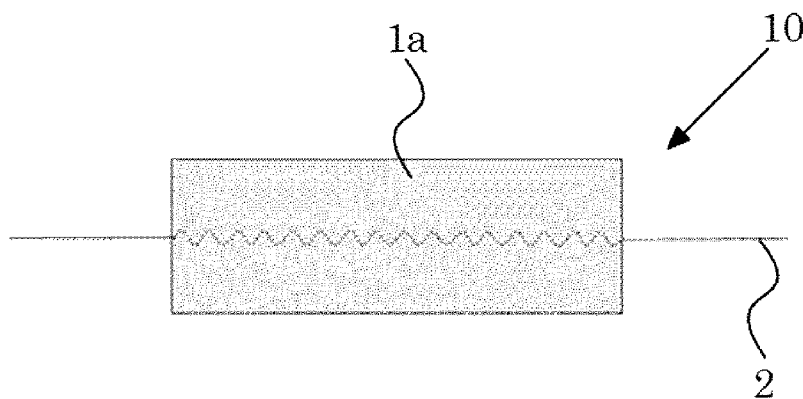
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: STRETCHABLE WIRING SHEET AND STRETCHABLE TOUCH SENSOR SHEET

(54) 発明の名称: 伸縮性配線シート及び伸縮性タッチセンサシート



(57) Abstract: [Problem] To provide a stretchable wiring sheet and a stretchable touch sensor sheet which can be manufactured easily at low cost, have high flexibility and durability, and are highly stretchable with small changes in resistance value when stretched. [Solution] The stretchable wiring sheet of the present invention is characterized in that, between a stretchable first elastomer sheet 1a and a stretchable second elastomer sheet 1b adhered opposing the first elastomer sheet 1a, a lead wire 2 which is plastically deformed in a wavy shape is interposed with a height direction of the waves of the wavy shape extending along an in-plane direction of the opposing surfaces of the first elastomer sheet 1a and the second elastomer sheet 1b, the lead wire 2 having either a circular, oval, or running track-shaped cross sectional shape in a transverse cross section, and being periodically curved in a longitudinal direction.

(57) 要約: 【課題】簡易かつ低コストに製造することができ、柔軟性、耐久性に富み、伸縮に伴う抵抗値変化が小さい高伸縮性の伸縮性配線シート及び伸縮性タッチセンサシートを提供することを課題とする。【解決手段】本発明の伸縮性配線シートは、伸縮性の第1のエラストマーシート1aと、第1のエラストマーシート1aと対向して接着される伸縮性の第2のエラストマーシート1bとの間に、横断面の断面形状が円形状、楕円形状及びトラック形状のいずれかの形状とされるとともに長手方向に沿って周期的に湾曲される波形状に塑性変形された導線2が、前記波形状の波の高さ方向が第1のエラストマーシート1a及び第2のエラストマーシート1bの対向面の面内方向に沿う状態で挟持されることを特徴とする。



WO 2017/126325 A1

MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー  
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー  
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,  
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：伸縮性配線シート及び伸縮性タッチセンサシート

### 技術分野

[0001] 本発明は、導線が2枚の伸縮性エラストマーシートに挟持される伸縮性に優れた伸縮性配線シート及び伸縮性タッチセンサシートに関する。

### 背景技術

[0002] 伸縮性配線シートは、例えば、柔軟性が要求されるRFID機器用のアンテナや配線、スポーツ科学における運動解析センサ用配線、衣服型心拍・心電図モニタ、ロボット可動部の配線シート、コンピュータに指令を送るためのタッチセンサシート、更に、ロボットを遠隔操作するために、手指、肘関節、膝関節に装着される屈曲センサ用配線シートなど、近年様々な分野において需要が高まっている。こうした伸縮性配線シートにおいては、伸縮性に優れるとともに伸縮に伴う抵抗値変化が小さいことが求められる。

[0003] こうした背景をもとに、これまでゴムにイオン性液体、カーボンナノチューブ等を分散させることにより伸縮性を持つ導電性ゴムを製造することが提案されている（特許文献1参照）。

しかしながら、この提案では、伸縮性導電体を形成するカーボンナノチューブ等の材料が高価であり、また、十分な導電性を得るためには、含有率を非常に高くする必要があるのであることから、製造コストがより一層嵩む問題がある。

[0004] また、エラストマー上に波状構造を持つ銅配線を張り付けて伸縮性回路基板を製造することが提案されている（特許文献2，3参照）。

しかしながら、これらの提案では、銅配線がエラストマー上に積層された銅箔をエッチングして形成され、その断面が矩形状とされることから、製造されたシートを、例えば曲面上に貼り付けて伸縮させると、矩形断面の隅部に応力が集中して断線し易い問題がある。

[0005] また、エステル系ウレタンゴム製のエラストマーシートの下面に、ウレタ

ンゴムと銀粉末からなる配線を配置することが提案されている（特許文献4参照）。

しかしながら、この提案では、ウレタンゴムの内部に銀粉末を封入して伸縮性を発現する導線を個別に形成することから製造コストが高くなる問題がある。また、形成される導線が伸長や曲げ操作に伴う形状変化に伴って銀粉末間の電氣的接触がいずれかの箇所です絶えたと導線として機能しなくなることから柔軟性や耐久性に乏しい問題がある。

[0006] また、ICチップのアンテナに、導電性繊維からなるブースター用のアンテナを未接着状態で対向配置させた導電性繊維シートが提案されている（特許文献5参照）。

しかしながら、この提案では、導電性繊維が高価であり、また、種々のアンテナ形状に応じて切断加工を行う際、無駄となる導電性繊維シートによって更なるコストアップを招く問題がある。

## 先行技術文献

## 特許文献

- [0007] 特許文献1：国際公開2009-102077号公報  
特許文献2：特開2013-187308号公報  
特許文献3：特開2013-187380号公報  
特許文献4：特開2011-34822号公報  
特許文献5：特開2013-206080号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、従来技術における前記諸問題を解決し、簡易かつ低コストに製造することができ、柔軟性、耐久性に富み、伸縮に伴う抵抗値変化が小さい高伸縮性の伸縮性配線シート及び伸縮性タッチセンサシートを提供することを課題とする。

## 課題を解決するための手段

[0009] 前記課題を解決するための手段としては、以下の通りである。即ち、

<1> 伸縮性の第1のエラストマーシートと、前記第1のエラストマーシートと対向して接着される伸縮性の第2のエラストマーシートとの間に、横断面の断面形状が円形状、楕円形状及びトラック形状のいずれかの形状とされるとともに長手方向に沿って周期的に湾曲される波状形状に塑性変形された導線が、前記波状形状の波の高さ方向が前記第1のエラストマーシート及び前記第2のエラストマーシートの対向面の面内方向に沿う状態で挟持されることを特徴とする伸縮性配線シート。

<2> 導線が縦断面において細長形状とされた結晶粒により構成される金属組織を含む前記<1>に記載の伸縮性配線シート。

<3> 導線の線径が太くとも $50\ \mu\text{m}$ である前記<1>から<2>のいずれかに記載の伸縮性配線シート。

<4> 導線のヤング率が小さくとも $150\ \text{GPa}$ である前記<1>から<3>のいずれかに記載の伸縮性配線シート。

<5> 波状形状における波高が $20\ \mu\text{m}$ ～ $5\ \text{mm}$ とされる前記<1>から<4>のいずれかに記載の伸縮性配線シート。

<6> 波状形状における波の頂部の曲率半径を $A$ とし、前記波状形状における隣接する前記波間の周期的なピッチ間隔を $B$ としたとき、 $A/B$ の比が $0.05\sim 0.5$ である前記<1>から<5>のいずれかに記載の伸縮性配線シート。

<7> 波状形状における波の頂部の曲率半径を $A$ とし、導線の線径を $D$ としたとき、 $A/D$ の比が $3\sim 100$ である前記<1>から<6>のいずれかに記載の伸縮性配線シート。

<8> 伸縮性の第1のエラストマーシートと、前記第1のエラストマーシートと対向して接着される伸縮性の第2のエラストマーシートとの間に、横断面の断面形状が円形状、楕円形状及びトラック形状のいずれかの形状とされるとともに長手方向に沿って周期的に湾曲される波状形状に塑性変形された導線が、前記波状形状の波の高さ方向が前記第1のエラストマーシート

及び前記第2のエラストマーシートの対向面の面内方向に沿う状態で配され、前記第1のエラストマーシート及び前記第2のエラストマーシートが透明材料で形成され、前記導線が複数本並設されて形成される2つの伸縮性配線シートを、前記導線の配線方向が直交する状態で対向配置させたことを特徴とする伸縮性タッチセンサシート。

<9> ヘイズ値が大きくとも60%以下である前記<8>に記載の伸縮性タッチセンサシート。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、従来技術における前記諸問題を解決して、簡易かつ低コストに製造することができ、柔軟性、耐久性に富み、伸縮に伴う抵抗値変化が小さい高伸縮性の伸縮性配線シート及び伸縮性タッチセンサシートを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1(a)]伸縮性配線シートのシート上面を示す説明図である。

[図1(b)]伸縮性シートのシート断面を示す断面図である。

[図2]伸線加工の様子を示す説明図である。

[図3]直線状の導線を波状形状に加工する様子を示す説明図である。

[図4(a)]伸縮性タッチセンサシートの構成例を示す説明図である。

[図4(b)]静電容量型タッチセンサの構成例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] (伸縮性配線シート)

本発明の一実施形態に係る伸縮性配線シート10を図1(a)、(b)を参照しつつ説明する。なお、図1(a)は、伸縮性配線シートのシート上面を示す説明図であり、図1(b)は、伸縮性シートのシート断面を示す断面図である。

[0013] 図1(a)、(b)に示すように、伸縮性配線シート10は、伸縮性の第1のエラストマーシート1aと、第1のエラストマーシート1aと対向して接着される伸縮性の第2のエラストマーシート1bと、第1のエラストマー

シート 1 a と第 2 のエラストマーシート 1 b との間に挟持される導線 2 と、  
を有する。

[0014] 第 1 のエラストマーシート 1 a 及び第 2 のエラストマーシート 1 b としては、弾性変形して伸縮するものであれば、特に制限はなく目的に応じて適宜選択することができ、公知のエラストマー材料で形成されるシートを用いることができ、例えば、天然ゴム、ジエン系ゴム、非ジエン系ゴム、ウレタン系エラストマー、スチレン系エラストマー、シリコン系エラストマーが挙げられる。

[0015] 伸縮性配線シート 10 を伸縮性タッチセンサシートとして用いる場合には、伸縮性配線シート 10 を支持する側の表示が伸縮性配線シート 10 の上面側から視認可能であることが必要であり、第 1 のエラストマーシート 1 a 及び第 2 のエラストマーシート 1 b に透明性が求められる。この場合、第 1 のエラストマーシート 1 a 及び第 2 のエラストマーシート 1 b としては、公知の透明性を有するエラストマー材料で形成されるシートを用いることができ、例えば、公知のウレタン系エラストマーシート、アクリル系エラストマーシート、シリコン系エラストマーシートを用いることができる。

なお、本明細書において「透明性」の用語は、可視光透過率が 50% 以上であることを示す。

[0016] 第 1 のエラストマーシート 1 a 及び第 2 のエラストマーシート 1 b の限界伸長率としては、特に制限はないが、大きい程、伸縮性配線シート 10 を高伸縮性とすることができるため、50%（自然長の 1.5 倍）以上が好ましく、300%（自然長の 4 倍）以上がより好ましく、500%（自然長の 6 倍）以上が特に好ましい。

なお、本明細書において「限界伸長率」の用語は、シートを伸長させたときに破断が生じる伸長率を示す。

[0017] 第 1 のエラストマーシート 1 a 及び第 2 のエラストマーシート 1 b の厚みの下限としては、特に制限はなく形成材料にもよるが、5  $\mu$ m が好ましい。前記厚みが 5  $\mu$ m 未満であると、フィルム表面に波状ワイヤの形状がはつき

りと現れてしまい認識されやすくなることがある。また、前記厚みの上限としては、特に制限はないが、伸縮性配線シート10に必要な柔軟性、透明性を持たせる観点から、150 $\mu$ m程度が好ましい。

[0018] 第1のエラストマーシート1aと第2のエラストマーシート1bとの接着方法としては、これらシートの少なくともいずれかの対向面に粘着層3を形成し、これらシートを貼り合せる方法が挙げられる。

粘着層3としては、硬化後の柔軟性、伸縮性等の物理特性が第1のエラストマーシート1aと第2のエラストマーシート1bが有する柔軟性、伸縮性等の物理特性の妨げとならないように適宜選択され、その形成材料としては、例えば、公知のゴム系粘着剤、ウレタン系粘着剤、アクリル系粘着剤、シリコン系粘着剤等を挙げることができる。また、透明性が求められる場合には、公知のウレタン系粘着剤、アクリル系粘着剤、シリコン系粘着剤を好適に用いることができる。

また、粘着層3の粘着力としては、特に制限はないが、小さくとも0.5N/cm $\sim$ 10N/cmが好ましい。前記粘着力が0.5N/cm未満であると、伸縮時にエラストマーシートと導線2が剥離し、透明性が失われることがあり、10N/cmを超えると、伸縮時に配線にかかる負荷が大きくなり断線するおそれがある。

[0019] 導線2は、横断面の断面形状が円形状、楕円形状及びトラック形状のいずれかの形状とされ、中でも円形状が最適とされる。曲げ方向に外力が加わる際、角張った遇部に応力集中が発生し、断線が生じ易い断面矩形状の導線に対し、導線2では、隅部が曲面とされるため、曲げ方向に外力が加わる際に応力集中が発生しにくく、断線の危険性を緩和させることができる。したがって、こうした導線2を用いることで、伸縮性配線シート10に優れた耐久性を付与することができる。

なお、本明細書において、横断面とは、導線の長手方向に対して垂直に切断した面をいい、縦断面とは、導線の長手方向に対して平行に切断した面をいう。

[0020] また、導線2は、長手方向に沿って周期的に湾曲される波状形状に塑性変形されたものとされ、前記波状形状の波の高さ方向が第1のエラストマーシート1a及び第2のエラストマーシート1bの対向面の面内方向に沿う状態で両シート間に挟持される。

導線2を第1のエラストマーシート1aと第2のエラストマーシート1bとの間にこのような状態で配することで、柔軟性に富む高伸縮性の伸縮性配線シート10が形成される。即ち、柔軟性の乏しい回路基板を用いず、線状の導線2を用いることで、第1のエラストマーシート1a及び第2のエラストマーシート1bの形状変化に導線2を追従させ易く、また、両シートの伸長に追従するよう、導線2を波状形状から直線形状に近づくように変形させることで、伸縮性配線シート10に優れた柔軟性と伸縮性とを付与する。また、この導線2では、伸長時に電気が流れる経路の長さが除荷時の自然長と変わらず、抵抗値が安定とされる。

なお、本明細書において「除荷」の用語は、伸縮性配線シート10に対し、伸長や曲げ等の形状変化を加えない状態を示す。

[0021] 導線2の線径としては、特に制限はないが、伸縮性配線シート10に透明性を付与する観点から、太くとも50 $\mu\text{m}$ であることが好ましく、25 $\mu\text{m}$ であることがより好ましく、12 $\mu\text{m}$ であることが特に好ましい。なお、導線2の断面形状が円形状以外である場合の線径としては、その断面形状において長さが最も長くなる位置での径が該当する。また、導線2の線径の下限としては、1 $\mu\text{m}$ 程度である。

[0022] また、導線2としては、特に制限はないが、縦断面において細長形状とされた結晶粒により構成される金属組織を含むことが好ましい。このような金属組織を含むと、導線2自体の強度及び耐疲労性が向上し、延いては、伸縮性配線シート10の耐久性をより一層向上させることができる。

なお、このような導線2の形成方法としては、特に制限はなく、公知の伸線加工、圧延加工等の塑性加工による形成方法を挙げることができ、前記塑性加工の状況によっては、導線2の形成材料が銅である場合でも、引張強さ

を400MPa程度とすることができる。

[0023] 伸縮性配線シート10に透明性を付与する観点から、先の通り、導線2の線径としては、極めて細く設定される。したがって、伸縮性配線シート10に伸長や曲げ等の形状変化を加えたときに導線2が破断しないように、材料選択及び前記波状形状を設定する必要がある。

[0024] 導線2のヤング率（縦弾性係数）としては、導線2の柔軟性、耐久性を向上させる観点から、小さくとも150GPaであることが好ましい。なお、前記ヤング率（縦弾性係数）の上限としては、500GPa程度とされる。また、前記ヤング率（縦弾性係数）の測定は、導線2の引張り試験を行い、応力-ひずみ線図を得て、その応力-ひずみ線図における直線部分の傾きを求めることにより算出できる。

[0025] また、前記波状形状における波の頂部の曲率半径をAとし、前記波状形状における隣接する前記波間の周期的なピッチ間隔をBとしたとき、 $A/B$ の比としては、特に制限はないが0.05~0.5であることが好ましい。即ち、 $A/B$ の比が0.05未満であると、湾曲部での歪が大きくなり断線することがあり、0.5を超えると、周期的な波の形状を形成することが困難なことがある。

[0026] また、導線2としては、銅線のように材料の弾性係数が低い場合であっても、前記波状形状における波の頂部の曲率半径をAとし、前記線径をDとしたとき、 $A/D$ の比が3~100、より好適には5~30となるように構成することで、曲げ方向に外力を加えた場合でも応力集中が発生しにくく、断線の危険性を緩和することができる。即ち、 $A/D$ の比が3未満であると、曲げ応力が大きくなることで断線に至る危険性が高まり、100を超えると、曲率半径Aが大きくなり伸縮性配線シート10の伸長範囲を狭めることがある。

[0027] 前記波状形状における波高としては、特に制限はないが、 $20\mu\text{m}$ ~ $5\text{mm}$ が好ましい。即ち、前記波高が $20\mu\text{m}$ 未満であると、導線2が略棒状となって伸縮性配線シート10の伸長範囲を狭めることがあり、 $5\text{mm}$ を超え

ると、伸縮性配線シート10中の導線2が視認し易くなり必要な透明性が得られないことがある。

なお、前記波状形状の波形は、公知の光学顕微鏡、デジタルマイクロスコープ、電子顕微鏡、X線顕微鏡により伸縮性配線シート10の外部から確認することができる。

[0028] 導線2の抵抗率としては、特に制限はなく目的に応じて適宜選択することができ、例えば、 $1.0 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm} \sim 1.0 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度である。

導線2の形成材料としては、特に制限はなく前記各特徴を考慮して適宜選択することができ、例えば、銅、銅合金、SUS304に代表されるステンレス鋼、タングステン、タングステン合金、炭素鋼等の公知の金属線、炭素繊維等が挙げられる。なお、前記金属線に関し、前記ピアノ線や前記SUS304線のように比較的抵抗率の高いものについては、表面に銅や銀等の抵抗率の低い金属をめっきして用いることもできる。

なお、伸縮性配線シート10では、1本の導線2を配することとしているが、複数本の導線2を並設させて形成することもできる。

[0029] 以上のように構成される伸縮性配線シート10では、柔軟性、耐久性に富み、また、形状変化に伴う抵抗値の変化が小さく、また、簡易かつ低コストに製造することができるため、柔軟性が要求されるRFID機器用の配線、スポーツ科学における運動解析センサ用の配線、心拍・心電図モニタ用の配線、ロボット可動部用の配線、コンピュータに指令を送るためのタッチセンサパネル用の配線等に用いられる配線シートとして、幅広い分野での利用を期待することができる。

[0030] 次に、伸縮性配線シート10の製造方法の一例について説明する。

導線2としては、市販品を用いてもよいが、前述のように塑性加工されたものを用いることで、導線2の強度及び耐疲労性を向上させ、延いては伸縮性シート10の耐久性を向上させることができる。

即ち、図2に示すように、熱処理された導線形成材料2'を伸線用ダイス

20を使用して矢印方向に引抜くことで、加工前のランダムな形状の結晶粒を加工後において長手方向（図中の矢印方向）に沿って細長形状とすることができ、導線2をこうした方向に配向された結晶粒により構成される金属組織を含むように形成することができる。なお、導線形成材料2'を伸線する工程は、径が段階的に縮径されたダイスに導線形成材料2'を順次通していくように複数回行ってよい。また、図2は、伸線加工の様子を示す説明図である。

ピアノ線のような炭素鋼線では、パテンティング（熱処理）後のパーライト組織と呼ばれる金属組織を含む導線形成材料に対して、こうした伸線加工を実施することにより、任意の方向に並んでいた層状のフェライトとセメントタイトが、長手方向に並んだ繊維状の金属組織となる。同様に、ステンレス、銅等の金属を溶体化した導線形成材料に対して、こうした伸線加工を実施することにより、微小な針状ないし棒状の結晶粒が長手方向に並んだ金属組織とされる。

[0031] 前記伸線加工では、次式（1）で表される加工度（減面率）がおおよそ大きい程、引張強さ及び耐疲労性が向上する。したがって、導線2の前記加工度としては、50%以上が好ましく、90%以上がより好ましく、95%以上が特に好ましい。なお、前記加工度の上限は、99%程度とされ、前記加工度が限界域（99%程度）を超えると、却って、引張強さ及び耐疲労性が大幅に低下する。

[0032] [数1]

$$\text{加工度 (\%)} = \left( 1 - \frac{d_n^2}{d_0^2} \right) \times 100 \quad (1)$$

ただし、前記式（1）中の $d_0$ は、前記導線形成材料のダイスを通す前の初期段階における径を示し、 $d_n$ は、前記導線形成材料を $n$ 回（ $n$ は、1以上の整数）ダイスを通して形成された前記導線の最終的な径を示す。

[0033] また、伸線加工を例に挙げて説明をしたが、圧延加工等この他の塑性加工によっても圧力を加える方向を適宜調整することで、長手方向に沿って細長

形状とされた結晶粒により構成される金属組織を含む導線を形成することができる。

なお、前記細長形状としては、前述の繊維状、針状、棒状を代表として、一の方向に長尺化されたあらゆる形状を含む。

[0034] 直線状の導線 2 を前記波状形状に加工する方法としては、特に制限はなく、例えば図 3 に示すように、目的とする前記波状形状の波型を有して形成される 2 つの歯車 50 a, b の間に直線状の導線 2 を通す方法等が挙げられる。なお、図 3 は、直線状の導線を波状形状に加工する様子を示す説明図である。

[0035] 伸縮性配線シート 10 は、このようにして前記波状形状を有するように塑性変形された導線 2 を間に配した状態で、第 1 のエラストマーシート 1 a 及び第 2 のエラストマーシート 1 b を貼り合わせるだけで簡単かつ低コストに製造することができる。

[0036] 先に述べた伸縮性配線シート 10 の製造方法では、直線状の導線を前記波状形状に加工するように説明をしたが、この方法に代えて、コイル状の導線を前記波状形状に加工してもよい。

即ち、コイル状の導線をコイル線同士が重ならない程度に引き延ばした後、これを圧延ローラ等に導入して上下から圧延することで、前記波状形状の導線 2 を得ることもできる。

[0037] (伸縮性タッチセンサシート)

次に、本発明の伸縮性タッチセンサシートについて図 4 (a) を参照しつつ説明する。なお、図 4 (a) は、伸縮性タッチセンサシートの構成例を示す説明図である。

[0038] この伸縮性タッチセンサシート 30 は、本発明の前記伸縮性配線シートを 2 つ用いて構成される。

即ち、伸縮性タッチセンサシート 30 は、伸縮性の第 1 のエラストマーシートと、前記第 1 のエラストマーシートと対向して接着される伸縮性の前記第 2 のエラストマーシートとの間に、横断面の断面形状が円形状、楕円形状

及びトラック形状のいずれかの形状とされるとともに長手方向に沿って周期的に湾曲される波状形状に塑性変形された前記導線が、前記波状形状の波の高さ方向が前記第1のエラストマーシート及び前記第2のエラストマーシートの対向面の面内方向に沿う状態で配され、前記第1のエラストマーシート及び前記第2のエラストマーシートが透明材料で形成され、前記導線が複数本並設されて形成される2つの伸縮性配線シート10a, 10bを、前記導線の配線方向が直交する状態で対向配置させて構成される。

このように構成される伸縮性タッチセンサシート30では、伸長方向と曲げ方向とのいずれの形状変化に対しても耐性を有するため、設置場所が曲面である場合でも柔軟に変形して曲面に追従させることができるとともに、曲面に配した状態でも優れた耐久性を発揮することが期待できる。

[0039] 伸縮性タッチセンサシート30は、公知の抵抗変化型タッチセンサ、静電容量型タッチセンサ等のタッチセンサ用の導電シートとして用いることができる。

一例として、静電容量型タッチセンサの構成例を図4(b)に示す。

この静電容量型タッチセンサでは、縦横のマトリクス状に配され、通電状態の前記各導線の一方の端部に静電容量変化検出回路が接続され、タッチ操作に伴う伸縮性タッチセンサシート30の静電容量変化を検出する。

なお、図示の例では、1本の前記導線を1つの検出ラインとして構成しているが、検出に最適な抵抗値を得にくい場合は、複数本の前記導線に対して1つの静電容量変化検出回路を接続して、これを1つの検出ラインとすることもできる。

[0040] 伸縮性タッチセンサシート30を前記抵抗変化型タッチセンサに用いる場合、伸縮時の抵抗値変化が5%以下となるように前記導線の材料を選択することが好ましい。また、1検出ラインの単位長さあたりの抵抗値が $100\Omega/cm$ 以下となるように設計されることが好ましい。

一方、伸縮性タッチセンサシート30を前記静電容量型タッチセンサに用いる場合、伸縮時の抵抗値変化が30%以下となるように前記導線の材料を

選択することが好ましい。また、1 検出ラインの単位長さあたりの抵抗値が 500Ω/cm 以下となるように設計されることが好ましい。

[0041] 伸縮性タッチセンサシート30では、タッチ面の汚れの視認性やこのタッチセンサを通して見た時のディスプレイ上の画像の視認性を考慮して、伸縮性タッチセンサシート30を構成する前記第1のエラストマーシート及び前記第2のエラストマーシートには、対向配置された状態で可視光透過率50%以上の透明性を有することが求められる。

また、伸縮性タッチセンサシート30のヘイズ値（曇価）としては、透明性の観点から小さい程（例えば3%）好ましく、大きくとも60%であることが好ましい。なお、このヘイズ値は、シートに可視光を照射し、全透過光に対する拡散透過光の割合を計測することにより測定される。

[0042] 前記ヘイズ値としては、前記導線の線径、前記導線が並設される間隔等によって調整可能とされる。

ここで、前記導線の線径及びタッチセンサまでの距離と視認性との関係性を下記表1に示す。

[0043] [表1]

径 距離	9μm	12μm	25μm	30μm	40μm
30cm	○	△	△	×	×
50cm	○	○	△	△	×
100cm	○	○	○	○	△

ただし、表1中の○は、主観評価により、視認できないことを示し、△は、かろうじて視認できることを示し、×は、視認できることを示す。

[0044] したがって、伸縮性タッチセンサシート30を高精細パネルや高精細印刷物用のタッチセンサに適用する場合、前記導線の線径としては、12μm以下が好ましい。

一方、自動販売機やデジタルサイネージのように大型の画面を用い、画像

の高精細さが要求されず、1 m以上の距離から観察されるような用途で用いる場合、前記導線の線径としては、40  $\mu\text{m}$ 以下程度であってもよい。

[0045] また、前記導線が並設される間隔としては、100  $\mu\text{m}$ ~10 mm程度であると、前記ヘイズ値が得られ易い。

[0046] 更なる用途として、スマートフォン等の情報端末で、折り畳みディスプレイ用タッチセンサに適用する場合、前記導線の前記波状形状の曲率半径が1 mmであるときの耐屈曲回数が10万回以上であることが好ましい。

また、人間の関節など、摺動部用のウェアラブルデバイス用タッチセンサに適用する場合、高い伸縮性と耐久性が要求されることから、伸長率が50%以上で、耐屈曲回数が10万回以上であることが好ましい。

また、自動車の内装などの曲面にタッチセンサを貼り付けて実装する場合、伸長率が60%以上で、前記導線の抵抗変化率が5%以下であることが好ましい。

### 符号の説明

- [0047]
- 1 a 第1のエラストマーシート
  - 1 b 第2のエラストマーシート
  - 2 導線
  - 2' 導線形成材料
  - 3 粘着層
  - 10, 10 a, b 伸縮性配線シート
  - 20 ダイス
  - 30 伸縮性タッチセンサシート
  - 50 a, b 歯車

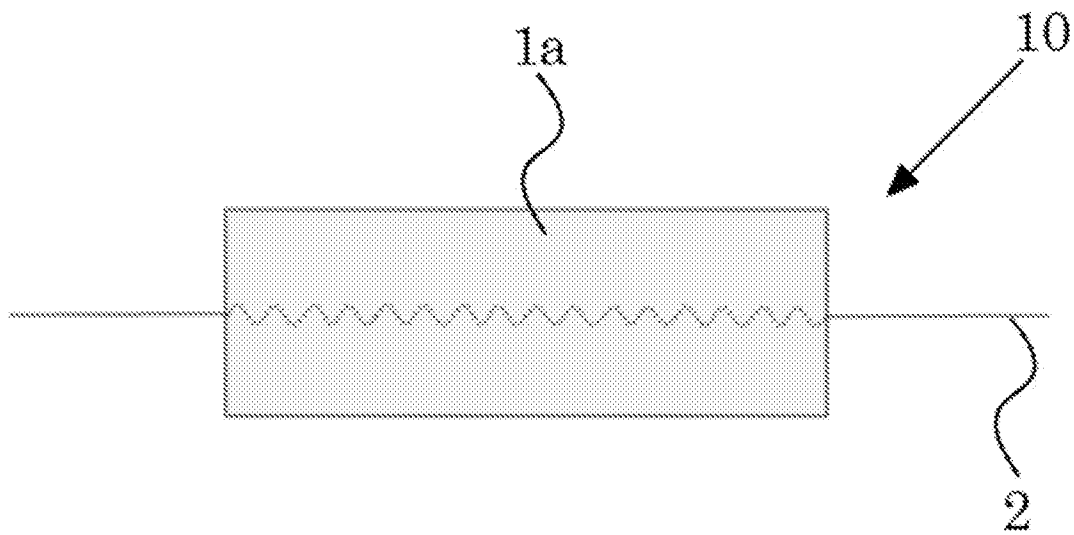
## 請求の範囲

- [請求項1] 伸縮性の第1のエラストマーシートと、前記第1のエラストマーシートと対向して接着される伸縮性の第2のエラストマーシートとの間に、横断面の断面形状が円形状、楕円形状及びトラック形状のいずれかの形状とされるときとも長手方向に沿って周期的に湾曲される波形状に塑性変形された導線が、前記波形状の波の高さ方向が前記第1のエラストマーシート及び前記第2のエラストマーシートの対向面の面内方向に沿う状態で挟持されることを特徴とする伸縮性配線シート。
- [請求項2] 導線が縦断面において細長形状とされた結晶粒により構成される金属組織を含む請求項1に記載の伸縮性配線シート。
- [請求項3] 導線の線径が太くとも $50\mu\text{m}$ である請求項1から2のいずれかに記載の伸縮性配線シート。
- [請求項4] 導線のヤング率が小さくとも $150\text{GPa}$ である請求項1から3のいずれかに記載の伸縮性配線シート。
- [請求項5] 波形状における波高が $20\mu\text{m}\sim 5\text{mm}$ とされる請求項1から4のいずれかに記載の伸縮性配線シート。
- [請求項6] 波形状における波の頂部の曲率半径をAとし、前記波形状における隣接する前記波間の周期的なピッチ間隔をBとしたとき、 $A/B$ の比が $0.05\sim 0.5$ である請求項1から5のいずれかに記載の伸縮性配線シート。
- [請求項7] 波形状における波の頂部の曲率半径をAとし、導線の線径をDとしたとき、 $A/D$ の比が $3\sim 100$ である請求項1から6のいずれかに記載の伸縮性配線シート。
- [請求項8] 伸縮性の第1のエラストマーシートと、前記第1のエラストマーシートと対向して接着される伸縮性の第2のエラストマーシートとの間に、横断面の断面形状が円形状、楕円形状及びトラック形状のいずれかの形状とされるときとも長手方向に沿って周期的に湾曲される波状

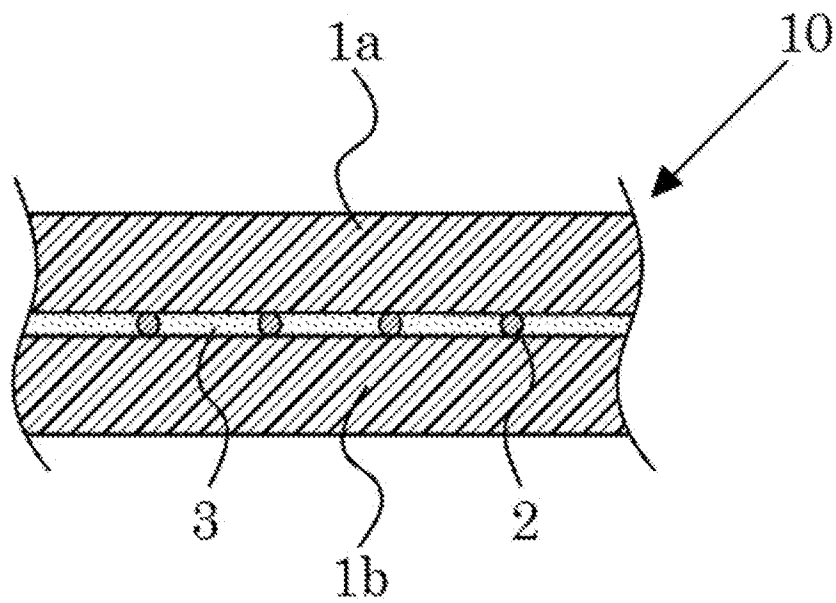
形状に塑性変形された導線が、前記波状形状の波の高さ方向が前記第1のエラストマーシート及び前記第2のエラストマーシートの対向面の面内方向に沿う状態で配され、前記第1のエラストマーシート及び前記第2のエラストマーシートが透明材料で形成され、前記導線が複数本並設されて形成される2つの伸縮性配線シートを、前記導線の配線方向が直交する状態で対向配置させたことを特徴とする伸縮性タッチセンサシート。

[請求項9]       ヘイズ値が大きくとも60%以下である請求項8に記載の伸縮性タッチセンサシート。

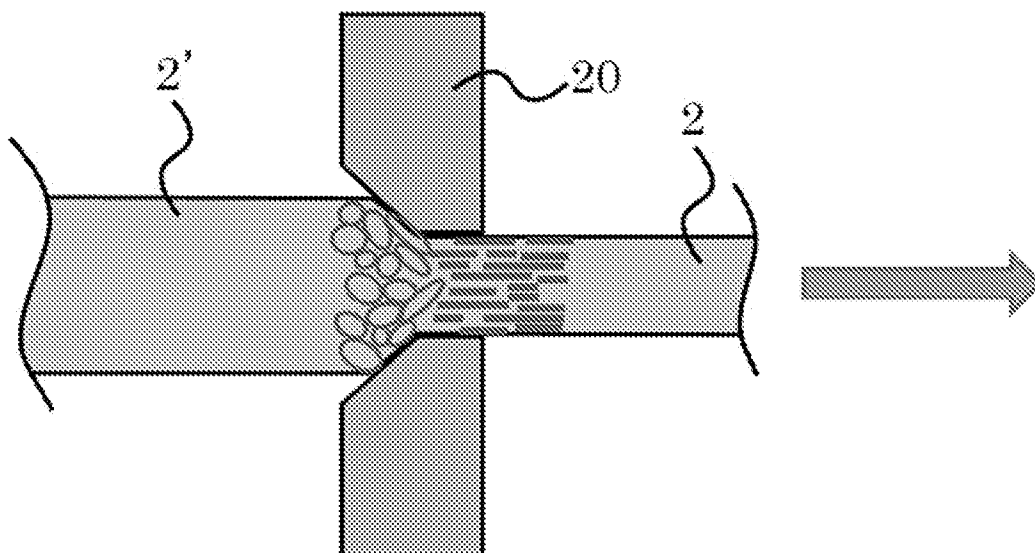
[図1(a)]



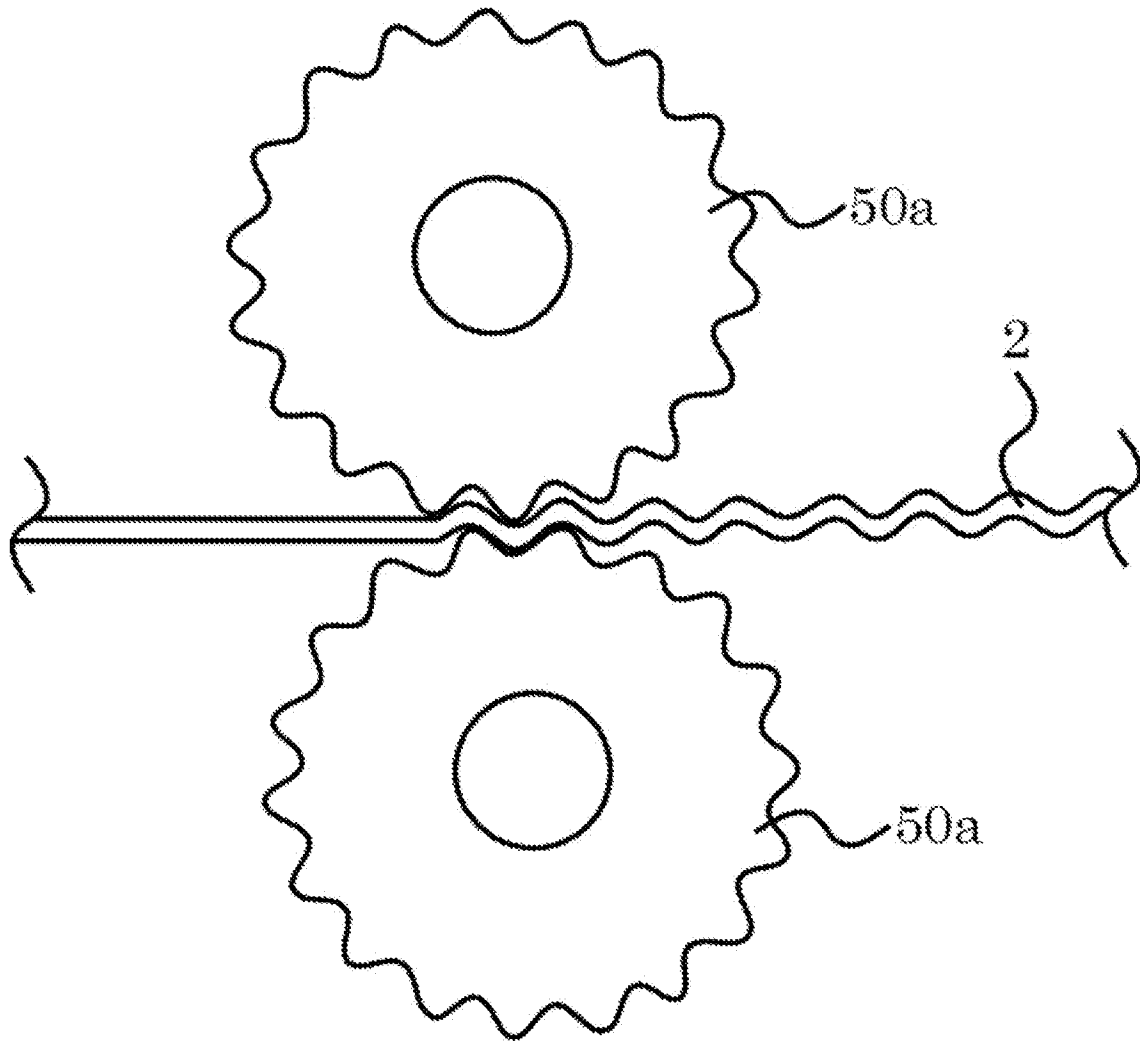
[図1(b)]



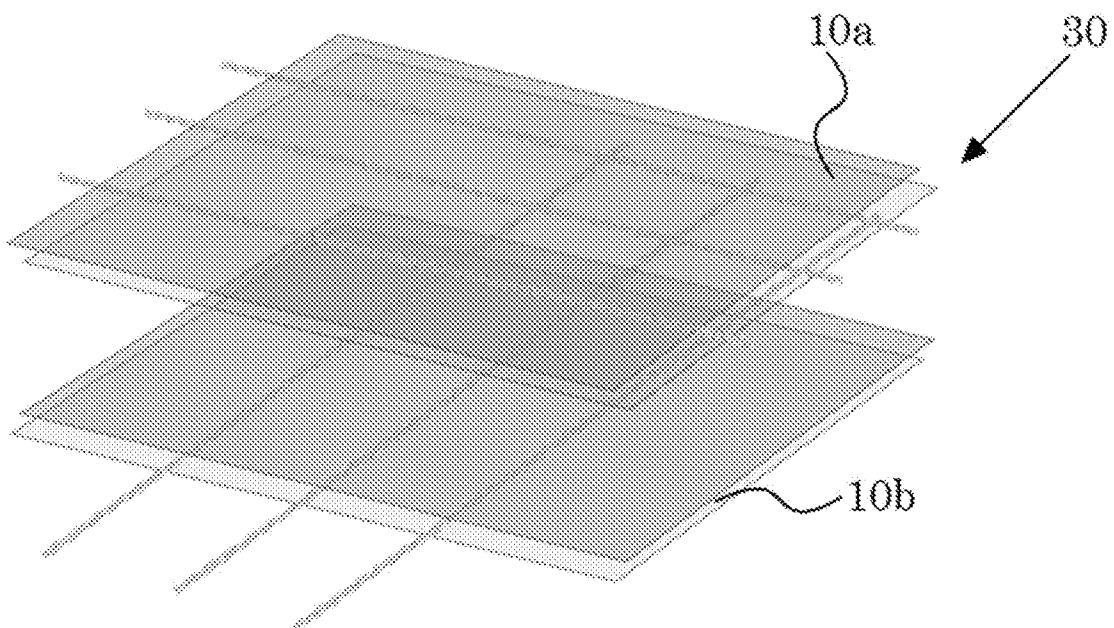
[図2]



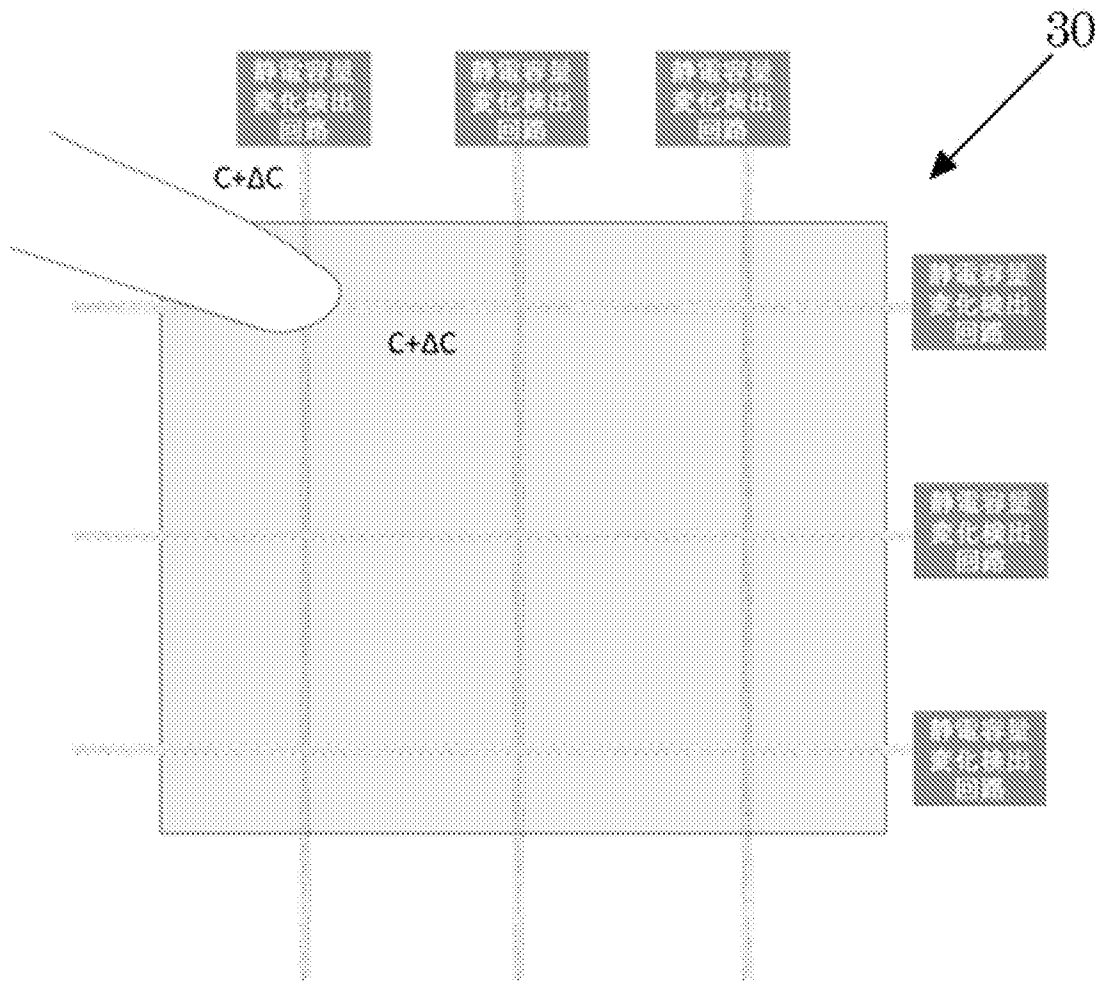
[図3]



[図4(a)]



[図4(b)]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/000133

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*H05K1/02(2006.01)i, B32B5/24(2006.01)i, B32B7/02(2006.01)i, B32B25/10(2006.01)i, G06F3/041(2006.01)i, H01B7/04(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 H05K1/02, B32B5/24, B32B7/02, B32B25/10, G06F3/041, H01B7/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-187380 A (Nippon Mektron, Ltd.), 19 September 2013 (19.09.2013), paragraphs [0012], [0014]; fig. 1 (Family: none)	1-9
Y	JP 2005-191113 A (Kyocera Corp.), 14 July 2005 (14.07.2005), paragraphs [0025], [0026] (Family: none)	1-9
Y	JP 2013-084842 A (Fujitsu Ltd.), 09 May 2013 (09.05.2013), paragraph [0081]; fig. 14 (Family: none)	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06 March 2017 (06.03.17)	Date of mailing of the international search report 14 March 2017 (14.03.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000133

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-089910 A (Fujikura Ltd.), 13 May 2013 (13.05.2013), paragraphs [0013], [0014], [0043] & US 2013/0098665 A1 paragraphs [0015], [0016], [0064] & CN 103068155 A	2
Y	JP 2015-018494 A (Fujifilm Corp.), 29 January 2015 (29.01.2015), paragraphs [0077], [0078] & US 2016/0124550 A1 paragraphs [0093], [0094] & CN 105378612 A	3
Y	JP 2015-197382 A (Bando Chemical Industries, Ltd.), 09 November 2015 (09.11.2015), paragraphs [0020], [0045], [0107]; fig. 1, 2 (Family: none)	8, 9
Y	JP 08-201785 A (Teijin Ltd.), 09 August 1996 (09.08.1996), paragraphs [0044], [0056] (Family: none)	9

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>Int.Cl. H05K1/02(2006.01)i, B32B5/24(2006.01)i, B32B7/02(2006.01)i, B32B25/10(2006.01)i, G06F3/041(2006.01)i, H01B7/04(2006.01)i</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>Int.Cl. H05K1/02, B32B5/24, B32B7/02, B32B25/10, G06F3/041, H01B7/04</p>														
<p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2017年													
日本国実用新案登録公報	1996-2017年													
日本国登録実用新案公報	1994-2017年													
<p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>														
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2013-187380 A（日本メクトロン株式会社）2013.09.19, 段落[0012],[0014], 図1（ファミリーなし）</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2005-191113 A（京セラ株式会社）2005.07.14, 段落[0025],[0026]（ファミリーなし）</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2013-084842 A（富士通株式会社）2013.05.09, 段落[0081], 図14（ファミリーなし）</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	Y	JP 2013-187380 A（日本メクトロン株式会社）2013.09.19, 段落[0012],[0014], 図1（ファミリーなし）	1-9	Y	JP 2005-191113 A（京セラ株式会社）2005.07.14, 段落[0025],[0026]（ファミリーなし）	1-9	Y	JP 2013-084842 A（富士通株式会社）2013.05.09, 段落[0081], 図14（ファミリーなし）	1-9
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	JP 2013-187380 A（日本メクトロン株式会社）2013.09.19, 段落[0012],[0014], 図1（ファミリーなし）	1-9												
Y	JP 2005-191113 A（京セラ株式会社）2005.07.14, 段落[0025],[0026]（ファミリーなし）	1-9												
Y	JP 2013-084842 A（富士通株式会社）2013.05.09, 段落[0081], 図14（ファミリーなし）	1-9												
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>の日の後に公表された文献</td> </tr> <tr> <td>「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&amp;」同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献	「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献	「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	
* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献													
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献													
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願														
<p>国際調査を完了した日</p> <p>06.03.2017</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>14.03.2017</p>													
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁（ISA/J P）</p> <p>郵便番号100-8915</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官（権限のある職員）</p> <p>ゆずりは 広行</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3551</p>	<p>5D 3046</p>												

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-089910 A (株式会社フジクラ) 2013. 05. 13, 段落[0013], [0014], [0043] & US 2013/0098665 A1, 段落[0015], [0016], [0064] & CN 103068155 A	2
Y	JP 2015-018494 A (富士フイルム株式会社) 2015. 01. 29, 段落[0077], [0078] & US 2016/0124550 A1, 段落[0093], [0094] & CN 105378612 A	3
Y	JP 2015-197382 A (バンドー化学株式会社) 2015. 11. 09, 段落[0020], [0045], [0107], 図 1, 2 (ファミリーなし)	8, 9
Y	JP 08-201785 A (帝人株式会社) 1996. 08. 09, 段落[0044], [0056] (ファミリーなし)	9