　1,実験目的

　　導電ペイントと等電位線により,一様でない電界の状態を調べる.

　2,実験原理

 (:電界　:電位) 

 (今回は3次元的に等電位面を求めるのは困難な

ので,簡略化して2次元の問題として扱う.)

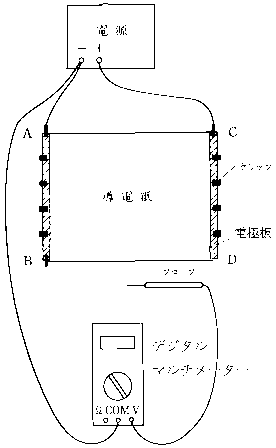
・ 等電位面は, =一定の点の集合である.

・ は,等電位面に沿った向きには成分を持たないことより電気力線は等

　 電位面と垂直である.

* 等電位面の間隔と電界の大きさは反比例する.
* 電極の電導度を媒質に比べて十分に高くして,内部抵抗の高い電圧計を

用いれば真空中の場合と同様になり,電位を性格に求められる.

 3,実験方法

　　⑴ 導電紙をベークライト板の上に置き,図1のように

　　　電極板を取り付けた.ベークライト板と導電紙の

　　　間には間にクッションをはさんでクリップでとめた.

　　　※ABを-電極,CDを+電極とした.

　　⑵ 図1のように配線した.

　　⑶ プローブを+電極に接触させて10Vに設定した.

　　⑷ プローブを紙上で動かし,等電位線の様子が電極に

　　　平行な線になることを確認した.

　　⑸ 導電紙の中央に図形を導電ペイントで10mm位の　　　図1　実験装置図

　　　幅で描く.十分に乾かしたら,10Vの電圧を印加し,

図形上の任意の点の電位がほぼ等しくなることを確認した.

* 図形のポイント

①大きさ　②凹凸のある図形　③閉じている図形で中は塗りつぶさない

④導電ペイントをよくかき混ぜておく　⑤ドライヤーは1.5V以内

⑥上下で偏りのある図形にする

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　−　　　　　　 ＋

⑹ ⑶と同じ動作をしてから,

　　　図2のように導電紙の下部①と

　　　図形の一番細いところ②と太いところ③として

　　　それぞれ1cm間隔で電位を測った.

　　　　　　　　 　　　　図2

　 ⑺ 1V刻みで等電位線をプローブであとをつけて

　　　いき,それを1V〜9Vまでやったら,ホワイト

　　　マーカーで描いた.

　 ⑻ 導電ペイントの部分を切り抜いた.

　 ⑼ 図3のように90°回転させて⑺と同動作をした.

　 ⑽ ホワイトマーカーで描いた2種類の等電位線を

　　　トレーシングペーパーに写す.

　　　　図3

　4, 実験結果

　　⑹の測定結果

　　　　　　　　表1　導電ペイント挿入後の電圧の変化

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1[cm] | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ① | 0.97 | 1.66 | 2.34 | 2.89 | 3.36 | 3.70 | 3.99 | 4.23 | 4.44 | 4.64 |
| ② | 1.20 | 2.25 | 3.34 | 4.05 | 4.29 | 4.39 | 4.43 | 4.46 | 4.54 | 4.54 |
| ③ | 1.15 | 2.32 | 3.53 | 4.46 | 4.47 | 4.46 | 4.46 | 4.47 | 4.48 | 4.52 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ① | 4.85 | 5.09 | 5.39 | 5.75 | 6.21 | 6.78 | 7.40 | 8.12 | 8.85 | 9.67 |
| ② | 4.55 | 4.57 | 4.64 | 4.76 | 5.01 | 5.52 | 6.49 | 7.53 | 8.54 | 9.62 |
| ③ | 4.52 | 4.52 | 4.52 | 4.53 | 4.53 | 5.07 | 6.29 | 7.47 | 8.53 | 9.61 |

　5, 考察

　 ⑴ 導電ペイントについて

　　　電気抵抗が小さく,導電性の良好な導電性ポリマー（電気を通す高分子）

　　をもつ分子の微粒粉（TiC、TiN、TiB２などの微粒粉が最適といわれる）

　　をまぜることで絶縁性の樹脂や塗料などに導電性が与えられ,それを物体に

　　塗布して使用するもののことを示す.

　　　従来の材料は、透明性と加工性の両立は出来ても、透明性と導電性の

　　向上や、加工性と導電性の向上が相反することなどから、その適用範囲は

　　限定されていたが,最近一部の研究によりそれを可能にするようなものも

　　開発されてきている.

　　　透明導電膜の代表格であるＩＴＯ（酸化インジウム）のナノ粒子と、導

　　電性ポリマーの一つである可溶性のポリピロールをナノコンポジット化し

　　た透明導電材料の,ＩＴＯがスパッタリングという手法で成膜される例で

　　は,塗布液として使用でき, 各種プラスチック製品など様々な箇所へのコ

　　ーティングによる導電性付与、導電性添加材、透明性を維持したままの導

　　電性付与が可能になり, 曲面への加工が容易になることより適用出来る形

　　状も多くなる.また,低温加工可能なため,プラスチックなど加工できる基

　　盤の種類も増えた.また,通常,導電性ポリマーではいわゆる化学ドーピン

　　グが行われるが,それをしなくてもよくなっている.

　 ⑵ グラフについて

　　　実験⑷までは,等電位線が電極板と平行だったが,実験⑸以降ではそうで

はなくなり,導電ペイントの部分はすべて電位が一定になったのは,なぜだ

　　ろうか.まず言えるのは,実験⑷までは導電紙上,電界が一様だったからだ

　　ろう.それに対し,実験⑸以降では,導体が電界中に置かれたため,導体中の

自由電子が電界と反対方向に力を受け,導体の表面上に電荷が分布して,導

体内部では,電極板が作る電界と反対方向に新たな電界ができ,この誘導

電荷の作る電界と外部からの電界とが打ち消し合って,導体内部の電界は

０になり,φ=Eｄの式より導体内の電位差Vは０で,導電ペイントの内部は

　　どの点も等電位になったというわけである.

　　　グラフの直線の傾きは,φ＝Edより電界の強さを示していることがわか

る.図形のとがった部分に電気力線が集中しているのは,とがった部分に電

　　荷が集まり電荷密度が高いということである.つまり,その部分の電界は強

　　く,③の図形の外の電位の直線の傾きは,他の２直線の傾きより大きいので

　　ある.また,同様にへこんだ部分は,電気力線の密度が低いので,図形の外の

　　グラフの傾きも全体的に低い.グラフの②③において,図形内部では,前述

　　したように導体内部なので電界が０であるため,傾きが０である.また,グ

　　ラフ②③ともに図形付近で傾きがゆるやかになり軽いカーブを描いている

が,これは,導体付近で作られるわずかな電界によって電界が弱められたか

　　らだと思われる.グラフ①が直線ではなく曲線を描き,傾きがグラフ②③の

　　図形の外部での傾きより大きいのは,導電紙の端では電気力線の密度が低

　　く,電界が弱いからである.

　 ⑶ トレーシングペーパーについて

　　　トレーシングペーパーに写した実験⑺と⑼で描いた等電位線が,直交し

　　しているのはなぜだろうか.まず,図形を切り抜いた部分には電流は流れな

いので,これは誘電体であるとみなすことができる.つまり,切り抜いた部

　　分のまわり(誘電体の表面)には,電荷が現われ,その内部は空気なので比誘

　　電率の低く,電流は流れない.また,ここでは,電気力線は等電位面に垂直

　　であるので,図形を９０°回転させてから等電位線を描くと最初の等電位

　　線に垂直になる.また,図形を切り抜くと,その部分には電流は流れずに切

　　り抜いた部分に沿って通ることになり,電流の向きと電気力線の向きは等

　　しくなるのである。

6, 参考

　http://www.kri-inc.jp/news/2003/0327.htm

　http://www.jnm.co.jp/3\_8.htm