リアル空間を強靭にするハードウェアの未来
2021 年度採択研究者

2021 年度
年次報告書

黒川　雄一郎

九州大学　大学院システム情報科学研究院
助教

高度な柔軟性を有する IoT スピンデバイス開発

§1. 研究成果の概要

第一年次では，素子をフレキシブル基板上に作製する手法を開発することを重点的に行った．また，下記に述べる磁性ナノ粒子による熱発電素子印刷法では実際にデバイスを作製して測定を行った．次に詳しくその結果を述べる．

磁性多層膜をフレキシブル基板上に作製する手法として，転写法の開発を行った．本年度では最初の検討として，単純な Ta/CoFeB/MgO 多層膜を NaCl 基板上に作製し，純水中で NaCl 基板を溶解することで磁性多層膜のみを分離し，フレキシブル基板上への転写を試みた．まず，磁性多層膜をスパッタにより NaCl 基板上に成膜後，試料を熱処理することで磁性多層膜に垂直磁気異方性を付与した．その後，フレキシブル基板であるポリジメチルシロキサン(PDMS)と NaCl 基板の磁性多層膜が堆積されている面とを貼り付け，純水中で NaCl 基板を溶解した．結果として，NaCl 基板上にあった磁性多層膜が PDMS 上に移動し，この手法でうまく転写が可能であることが分かった．また，転写前後で膜面垂直方向の磁化を測定した結果，CoFeB の垂直磁気異方性はほぼ失われていないことが分かった．

磁性ナノ粒子を用いた熱発電素子作製法として，インクジェットプリンタによる印刷法の開発を行った．まず，インクジェットプリンタのインクタンクを市販の Fe_3O_4 ナノ粒子の溶液と Ag ナノ粒子の溶液とに詰め替えた．その後，CAD ソフトで印刷用画像を作製し，画像に沿って素子の印刷を行った．今回印刷した素子構造は，Fe_3O_4 ナノ粒子による熱発電素子小片を Ag の配線層が直列に接続するサーモパイル構造である．さらに印刷後，素子全体に Pt を堆積し，金属である Pt の膜で熱発電素子小片が短絡しないようにカッターでケガクことによってサーモパイル素子を完成させた．実際に温度勾配を素子に印可し，発電電圧を測定した結果では，サーモパイル状に加工した試料は加工していないものにくらべ，およそ 40 倍程度まで発電電圧が増大していることが分かった．