C-1

小型軸流ファンの状態推定に関する音響情報解析

（鶴岡高専専攻科機械電気システム工学専攻[1]、鶴岡高専[2]）
○成澤浩太[1]・渡部誠二[2]

キーワード：異常診断、信号処理、MT 法

１．緒言

現在，小型軸流ファンの品質検査は，専門の検査員による官能検査により行われている．しかし，官能検査は経験と熟練を要し，個人差や体調にも左右されるため同様な判定が難しいことから，異常診断の自動化が望まれている．本研究では，ファンの放射音の特徴を調べるとともに，異常診断への応用を検討した．

２．実験概要

本研究では，正常ファンを 36 個(fan1~fan36)に加えて，異常ファンとして，面ブレを起こしているファンを 5 個(fan#1~fan#5)とアンバランスを起こしているファンを 5 個(fanU1~fanU5)用いた．ファンの翼数は 5 枚，定格回転数は 10000 rpm である．それぞれのファンの放射音をマイクロフォンで録音し，高速フーリエ変換(FFT)を行い，パワースペクトルの特徴を調べた．また，FFT の結果を特徴量として，MT 法による判別を行った．

３．実験結果

３－１．FFT による周波数解析

録音した放射音のデータを，サンプル点数 4096 点，窓関数をハニング窓とした FFT により解析した．正常ファン fan1 と異常ファン fan#1 および fanU1 の結果を図 1 に示す．

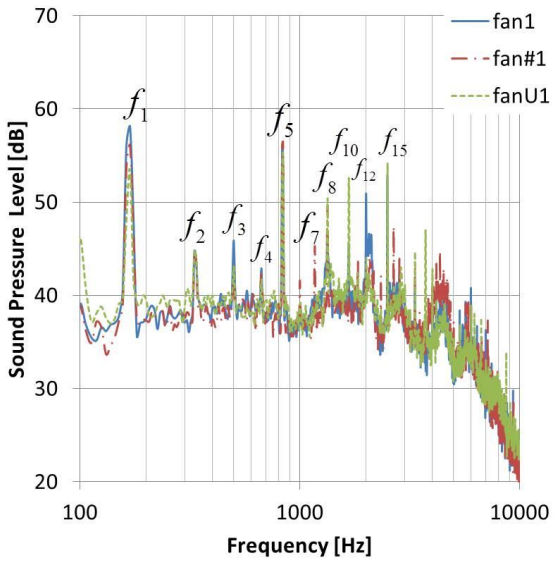


図 1　周波数解析の結果

図中の f1,f2,…は回転次数音と呼ばれる回転数に起因する周波数のピークである．図 1 より，正常ファンでは 1 次～5 次の回転次数音(f1=167Hz，f2=333Hz，f3=500Hz，f4=666Hz，f5=833Hz)および 8 次(f8=1333Hz)，10 次(f10=1666Hz)，12 次(f12=2kHz)，15 次(f15=2500Hz)の回転次数音に顕著なピークが現れていることがわかる．面ブレファンにおいて，正常ファンとアンバランスファンにはない 7 次の回転次数音(f7=1166Hz)に顕著なピークが現れている．そのほかにも，各回転次数音のピークにおけるパワースペクトルの増減が見受けられるが，FFT による周波数解析結果のみでは異常による特徴を断定することはできなかった．

３－２．MT 法による判別

FFT による周波数解析で顕著なピークを確認した 1 次から 5 次までの回転次数音(f1~f5)と，f7，f8，f10，f12，f15 のスペクトル強度を特徴量として，MT 法による判別を行った結果，異常ファンに対する判別率は 50%となった．判別率が低くなった原因として，特徴量の数が少ないことが考えられる．一般的に，特徴量が多いほど判別率は向上する[1]．そこで，ピークが現れているか否かにかかわらず，回転次数音の整数倍の周波数位置のスペクトル強度を特徴量として判定を行った．この結果，項目数を 25 個以上とした場合に判別率が 100%に改善した．

４．まとめ

本研究では，小型軸流ファンの放射音を録音し，FFT により周波数解析を行うことで，回転次数音に顕著なピークが現れることを確認した．また，FFT の結果を特徴量として MT 法による判別を行った結果，項目数を 25 個以上とした場合に良い判別率となった．今後は，より優れた特徴量について検討を行う．

参考文献

[1]立林和夫，手島昌一，長谷川良子，“入門 MT システム”，日科技連，2008.

お問い合わせ先
氏名：成澤浩太
E-mail：s130121@edu.tsuruoka-nct.ac.jp

C-2

加速空洞内における電子ビームフォーカスに関する研究

（秋田高専専攻科生産システム工学専攻 [1]、秋田高専電気情報工学科 [2]）

○佐藤由樹 [1]・坂本文人 [2]

キーワード：線形加速器、電子銃、高周波電磁場、電子ビーム、ビームフォーカス

1．序論

X-band(11.424GHz)熱陰極高周波電子銃(RF-Gun)において、電子ビームフォーカスに用いられるソレノイドコイルは、小型なRF-Gunに比べて巨大な体積を占めており、装置の小型化を図る際の課題となる。そこで、本研究ではソレノイドコイルを用いないビームフォーカス手法として、熱陰極(カソード)に収束電場が分布するようなカソードの形状を採用し、カソードから放出された非相対論領域電子ビームの高周波電場によるフォーカス効果を検討した。

2．研究方法

カソードから放出直後の電子は非相対論領域のため、クーロン反発力が支配的でありビームが発散してしまう。従ってビームをフォーカスさせる外的要因が必要となる。そこでカソード表面を湾曲した形状にすることで収束電場が形成され、電子が内向きの運動量を持ち、ビームのフォーカス効果が期待される。本研究ではこのフォーカス効果についてのシミュレーションを行い、ビームフォーカスの可能性を検証した。本研究では熱陰極 RF-Gun から放出される電子ビームについて考えるので、RF-Gun の終端までを解析対象として次に述べる 3 つの場合について解析を行った。

・カソード表面が平らで、収束用ソレノイドコイルを用いない場合。図 1(a)にカソードの形状を示す。

・本研究が提案する手法でカソード表面を湾曲させた場合。この時も同様に、収束用ソレノイドコイルは用いないこととした。図 1(b)にカソードの形状を示す。カソード表面の中心から 6.6mm 離れた所を中心として、曲率半径 6.75mm でカソード表面を湾曲させた。

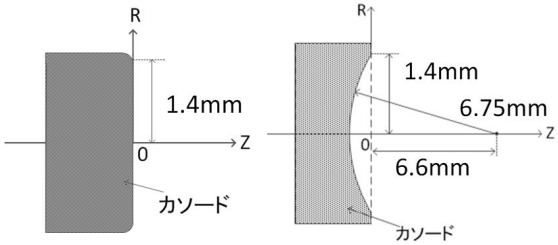
・カソード表面が平らで、収束用ソレノイドコイルを用いた場合。カソード形状は図 1(a)と同じである。

解析手順として、SuperFish を用いて RF-Gun 空洞内の高周波電磁場分布を計算し、得られた電磁場分布を General Particle Tracer(GPT)に入力し、電磁場中の電子の運動を解析した。荷電粒子は式(1)に示す運動方程式に従う。

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = q\left(v \times \vec{B} + \vec{E}\right) \qquad (1)$$

3．研究結果

図 2 にビームサイズの時間変化の様子を示した。ここで、各荷電粒子の半径方向の距離について標準偏差をとりこれをビームサイズとした。解析結果より他の二つと比較して本研究が提案したフォーカス手法でのビームサイズが小さく、フォーカス効果があることがわかった。また、ソレノイドコイルによるフォーカス手法と本研究が提案したフォーカス手法について RF-Gun 加速空洞の終端位置におけるビームサイズを比較すると、1.0mm と 0.8mm で 0.2mm 程度ビームサイズを小さくすることができた。しかし、図 2 からわかる様に、1.5e-10sec 以降ビームサイズが広がる傾向にある。従って、RF-Gun 終端でビームの収束が焦点になるようにカソードの形状を最適化することが今後の課題として挙げられる。



(a) 既存の形状　(b)本研究が提案する形状

図 1　解析したカソードの形状

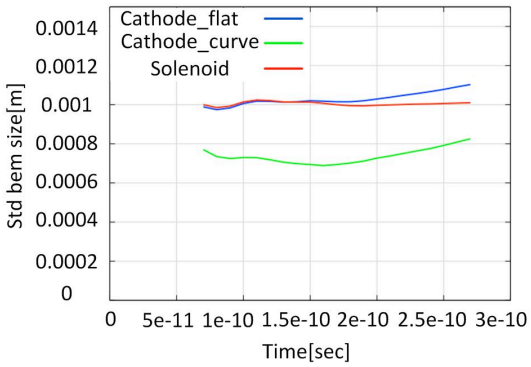


図 2　ビームサイズの時間変化

お問い合わせ先
氏名：坂本文人
E-mail：saka@akita-nct.jp

C-3

生体を伝送路とした超音波通信の通信範囲拡大に関する研究

（小山高専 専攻科 複合工学専攻電気情報工学コース[1],
小山高専 電気電子創造工学科[2]）
○川村倫也[1]・鈴木真ノ介[2]

キーワード：生体通信，超音波，ハイブリッド通信，ウェアラブルデバイス

１．はじめに

近年，スマートフォンをはじめとする多機能小型電子機器が広く普及している．さらに最近では，腕時計のように装着できるウェアラブルデバイス（以下，WD）が登場し始め，注目を集めている．

当研究室では，WD への適用を目的とした新たな通信方式として，生体を伝送路とした超音波と電界を併用するハイブリット通信を提案している．本方式は，2 種類のエネルギーを一つのデバイスで扱うことで，電界による大容量通信と超音波による高セキュリティな通信の両立が期待できる．

本研究では，ハイブリッド通信における超音波通信について取り組んでいる．これまでに，指先や手首の上下間といった直線経路にて超音波通信に成功している．しかし，多様な WD に本方式を適用する場合，直線経路に制限されず，任意部位間での自由度の高い通信が求められる．そこで，本研究では超音波通信の通信範囲拡大を目的とし，使用する超音波振動子の形状について検討した．これまで，送受信ともに円板形の振動子を用いていたが，一方の振動子を，円環を半分に切った形状（以下，トイ形）に変更し，通信範囲の拡大を図った．これらの振動子を用いて，擬似生体での伝搬特性の測定と，生体を介した通信実験を行った．実験の結果，円板形とトイ形を組合せることで，人差し指上下間を通信経路とした超音波通信において振動子間の位置ずれが 20mm 以下のときに，数値データの送受信を行うことができ，通信範囲の拡大が確認できた．

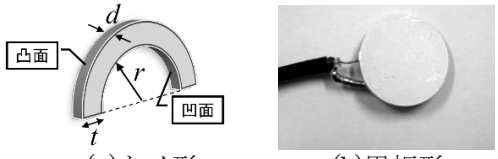
２．システム概要

本システムは，信号の送受信に超音波振動子であるチタン酸ジルコン酸鉛系磁器（$Pb(Zr,Ti)O_3$; 以下，PZT）を用い，一対の PZT 間で生体を介して通信を行う．PZT は，入力信号の波形によって超音波と電界を別々にもしくは同時に出力することが可能であり，共振周波数で駆動すると超音波を，それ以外の周波数で駆動すると電界を扱うことができる．

本研究では，使用する PZT の形状として円板形のほかに，球面波の利用による範囲拡大を図りトイ形を採用した．図 1 に今回使用するトイ形 PZT（厚さ t=2.4mm，幅 d=5mm，凹面曲率半径 r=10mm）と円板形 PZT（半径 10mm，厚さ 2mm）の概形を示す．なお，トイ形の PZT では，凹面と凸面の両面から超音波を発生させることができるので，凹面を使用するもの（以下，トイ凹）と凸面を使用するもの（以下，トイ凸）の比較についても検証を行う．

３．擬似生体および生体を用いた通信実験

実際に生体を介した通信を行う前段階として，シリコンボンドを材料とする生体を模したブロック（以下，擬似生体）を用いて伝搬特性を測定した．シリコンボンドは，音響インピーダンスが水に比較的近く，安価で加工性が良いという特徴をもつ．実験では，一対の PZT で擬似生体を挟み，PZT の共振周波数をもつ 10Vp-p の正弦波電圧を送信側 PZT に与え，擬似生体を介して受信側 PZT からの出力電圧を測定した．本実験で使用する PZT は，同一の円板形 PZT を 2 つ（以下，円板①と円板②），トイ凸，および PZT と擬似生体間の空隙対策のためにシリコンボンドを付加したトイ凸（以下，トイ凸 Si）とトイ凹（以下，トイ凹 Si）とした．実験では，円板①を送信側 PZT とし，受信側に他の PZT を用いた 4 つの組合せ，および送受信 PZT を入れ替えた組合せについて，振動子間の位置ずれに対する出力特性をそれぞれ 5 回測定し，出力電圧の平均値を算出した．



(a)トイ形　　(b)円板形

図 1　PZT の概形

実験の結果，送信側がトイ形の場合と比べて，円板形のほうが大きな出力が得られた．図 2 に送信側を円板①としたときの実験結果を示す．なお，円板形同士の通信に比べて，円板形とトイ形を組合せた場合は，位置ずれの増加に伴う減衰が少なかった．本研究では，トイ形 PZT から発せられる球面波を利用することで通信範囲の拡大を図ったが，測定結果から，円板形のほうがトイ形よりも大きな超音波を出力することができ，受信側 PZT の形状を変更することによって，伝搬範囲の改善につながったと考えられる．また，全体的に大きな出力が得られた組合せは，円板①－トイ凸 Si であり，シリコンボンドを付加した効果が現れたといえる．以後の実験では，この組合せを用いることとする．

続いて，これまでに製作された超音波通信回路[1]を用いて，生体を介した通信実験を行った．通信部位を人差し指上下間，PZT の組合せを円板①－トイ凸 Si とした．実験の際には，生体と PZT の密着性を高めるために，生体と PZT の間にシリコンボンド製のシート（厚さ約 1mm）を挿入した．実験の結果，振動子間の位置ずれが 20mm 以下で，数値データの送受信が確認できた．従来は振動子同士が対向した位置ずれ 0mm の状態での通信であったのに対し，トイ形を用いることで位置ずれに許容できるようになり，通信可能な範囲を拡大できた．

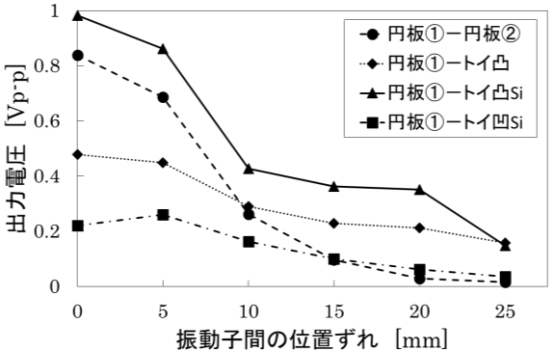


図 2　振動子間の位置ずれに対する出力特性

４．今後の課題

今後は，振動子を変更した際のエラーレートの評価と，振動子形状の再検討による更なる通信範囲の拡大を行う．

参考文献

1)　S. Suzuki, et al.,Proc. of USE2013,Vol.34, pp.169-170 (2013)

お問い合わせ先
氏名：鈴木真ノ介
E-mail：shin-s@oyama-ct.ac.jp

C-4

ネット通販倉庫用自律移動ロボットの高速化の検討

（徳山高専専攻科機械制御工学専攻）
家重直也

キーワード：ネット通販倉庫、自立移動ロボット、高速化、安定性

１．緒言

近年，ネット通販の倉庫では，部品や製品の運搬を自動で行う自律移動ロボット(以下 AMR と称す)が普及しつつある．工場内で活動する従来の運搬用 AMR は重量物を運搬することが多く，人間と作業スペースを共有することから，運搬効率を向上するために AMR を高速化することは難しい．しかし，ネット通販倉庫内はほぼ無人化された環境であり，運搬物も比較的軽量で，倉庫内における AMR を高速化することは十分可能である．

本研究では，実験用 AMR を設計製作し，ネット通販倉庫用 AMR の高速走行化の検討を行う．

２．実験内容および実験方法

走行路に設置した有色テープをラインセンサで検出し，進行方向や速度を制御する実験用 AMR の設計，製作を行い，実験を行った．実験用 AMR の構成図を図１に示す．

実験内容は，コンピューター系，制御対象系，センサ系をそれぞれ調整した場合における走行特性(蛇行量等)で評価を行った．

実験方法は，実験用 AMR に搭載した加速度センサを用いて，走行方向に対して左右方向の振動加速度を計測し，走行特性を評価する．加速度センサからの出力電圧をパワーアンプにより増幅し，周波数分析器(FFT analyzer)により，ライン中心からの軌道ずれ量を計測する．走行コースは，幅 300mm の直線部（長さ 600mm）及び，曲線部（半径 600mm）から成る．

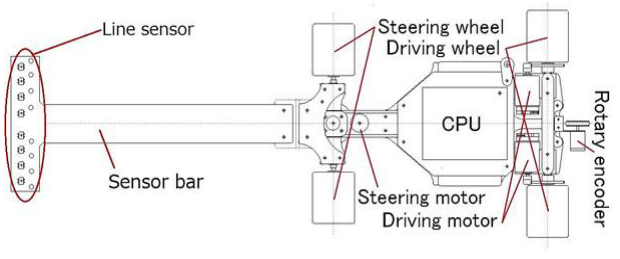


Fig.1 Constitution of experiment and experimental AMR

３．実験結果および考察

図２は，センサに関する走行実験の結果である．AMR の高速化に伴い，曲線軌道での素早い操舵が必要になるが，高速走行時は操舵に対する応答性が低下する．そこで，センサを早めに検知することによって，この位相遅れを改善できるため，センサバー長さを変えた走行実験を行った．図３から，センサバーが長い場合の方が，最大蛇行振幅が約 27%軽減されている．しかし、単にセンサバーを長くすると操舵時に振動が発生する．よって、ラインセンサから画像処理カメラに変更することで，制御の位相を進め，走行時の安定性を向上できる．図３は，積載重量を変化させた場合の走行実験の結果である．倉庫用 AMR が積載物を運搬することを考慮し，車体の重量が増加した場合について実験を行った．図３から，すべての車体質量において蛇行の振幅は約 4mm~約 5.7mm で，安定走行している．しかしながら，積載物の質量を大きくするにつれ，平均走行速度が小さくなった．今後はモータ負荷変動を考慮したマシン改良を行い，質量条件を変更し，負荷応答について検討を行っていく．

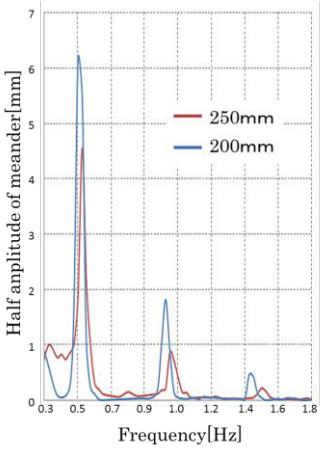


Fig.2 The experiment of sensor bar length

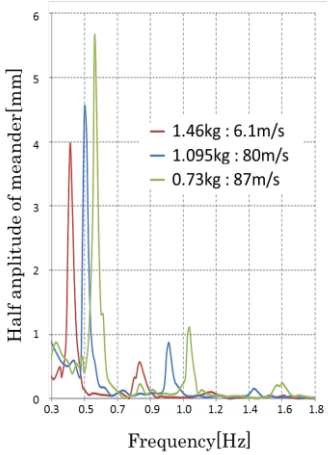


Fig.3 The experiment of mass of AMR

お問い合わせ先
氏名：家重直也
E-mail：m09iesige@tokuyama.ac.jp

C-5

熱電発電による太陽光エネルギー利用の検討

（明石高専電気情報工学科）
○佐久間宏彬・豊島晋

キーワード：ペルチェ素子、熱電発電、太陽エネルギー

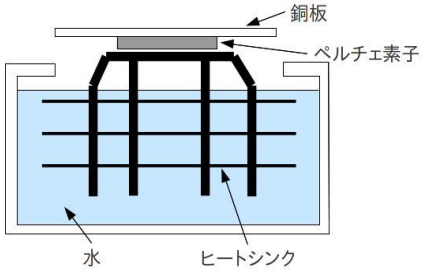
1．はじめに

近年、太陽電池の設置が盛んに行われているが、太陽光発電は太陽光のエネルギー全てを利用しているわけではなく、特に波長の長い赤外線はあまり利用されていない。赤外線は物体に吸収されると物体の温度を上昇させることが知られていることから、本研究では、赤外線を含めて太陽光を利用する方法として、太陽の光エネルギーを熱エネルギーとして利用する方法について注目した。さらに熱電素子を用いることで、太陽光の熱エネルギーを利用して発電することも可能であることから、太陽光の熱エネルギーに注目した発電システムを作製できると考えた。実際に熱エネルギーを利用して発電する熱電発電システムは、様々な用途に用いられているが、太陽光を用いた熱電発電は太陽光発電ほど普及していない。

そこで本研究では、熱電素子を用いて太陽光の熱エネルギーから電気エネルギーを発生させる装置を作製し、太陽光の熱エネルギーを電気エネルギーとして利用するシステムの可能性について、実験を通して検討することを目的とした。

2．発電装置の開発

熱電素子は熱と電気を関係づける現象を利用した素子の総称であり、今回はその中でもペルチェ素子を用いて実験を行った。熱電発電は騒音・振動・排出物が一切なく、小型軽量化も容易であり、きわめて信頼性が高いのが特徴であるため、災害時のポータブル電源などにも有効と考えられる。そこで本研究ではペルチェ素子の発電性能力について調査したのち、ペルチェ素子(16cm^2)を用いた太陽光による熱電発電装置を開発し発電能力について調査を行った。実際に作製した発電装置の模式図と外観を図 1 に示す。太陽光エネルギーを吸収して温度上昇する部位には黒く塗装した銅板を用い、低温部にはヒートシンクを取り付け水に浸すことで温度上昇を抑えて発電できるように開発した。



(a)模式図

(b)発電装置の外観

図 1. ペルチェ素子による発電装置

3. 発電装置の評価

図 1 の発電装置を晴天の日に日光が当たるところに設置して出力を測定した結果を図 2 に示す。図 2 より太陽光の放射強度は大きく変化していなが、時間とともに高温側の銅板温度が上昇し低温側との温度差が大きくなることで発電出力が増加していることがわかる。

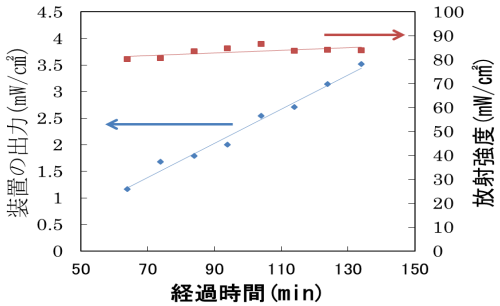


図 2. 実験結果

4. まとめ

実験の結果、太陽光エネルギーを熱エネルギーとして利用しペルチェ素子によって簡単に発電できることがわかった。また、変換効率は最大で 4.2 %になったが、太陽光発電の変換効率は 20 %に達するものもあることを考えると、熱電発電は効率が悪いことが分かる。しかし、小型化が容易で温度差がある環境で発電できるため、夜間でも日中に蓄えた熱エネルギーを利用し発電も可能であることといった長所も持つため災害時の非常小型電源として利用できると思われる。

お問い合わせ先
氏名：豊島　晋
E-mail：toyoshima@akashi.ac.jp

C-6

農業用水車によるマイクロ水力発電のための発電用オルタネータの特性評価

（米子高専電気情報工学科[1]、米子高専技術教育支援センター[2]）
○國谷涼[1]・谷本明逸[2]・宮田仁志[1]・浅倉邦彦[1]

キーワード：マイクロ水力発電，農業用水車，自動車用オルタネ―タ，トルク

１．緒言

近年，環境に配慮した発電方法の一つとしてマイクロ水力発電が注目されている[1]．鳥取県米子市には，米の脱穀に利用されていた趣のある水車が現存する．本研究では，この水車によるマイクロ水力発電の発電機として用いるオルタネータの特性評価を行ったので報告する．

２．研究内容

昨年度から始まった本研究では，発電機として自動車用オルタネ―タを使用すること，オルタネ―タでの発電のために約 340 倍の増速機が必要であること，発電出力が約 20W と見積もられること，以上の 3 点が現在の方針あるいは明らかとなったことである[2]．本研究では，オルタネータの電流-トルク特性を測定し，評価する．

図 1 に購入した中古オルタネータ（発電出力 660W，DENSO 製）を示す．トルク測定のため，延長シャフトと取付補助具を取り付けている．

図 2 に電流-トルク特性測定システムを示す．サーボモータによって回転するオルタネータに生じるトルク変化をトルクメータにより測定し，トルク演算器を経て PC にデータ転送するシステムとなっている．サーボモータの最大回転数は 1800［rpm］，トルクメータのレンジは 5［N・m］である．本システムにより測定した電流-トルク特性，つまり負荷抵抗に応じて変化する電流値に対する，オルタネータの最大トルクの変化を図 3 に示す．電流の増加に対し，オルタネータを回転させるのに必要なトルクがほぼ直線的に増加することがわかる．0［A］付近ではトルクが不自然に大きくなっているが，これは機械的な要因によるものと考えられる．

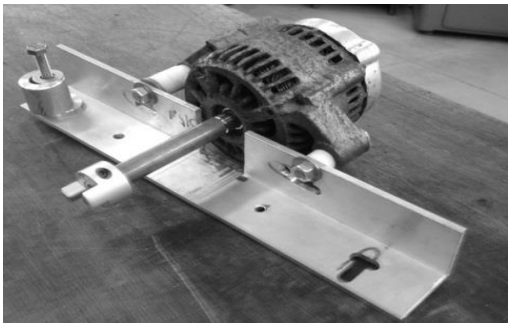


図 1 オルタネータ

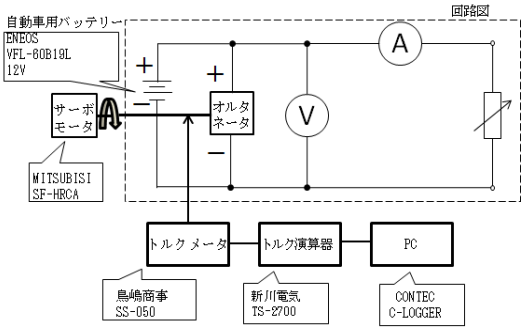


図 2 電流―トルク特性の測定システム

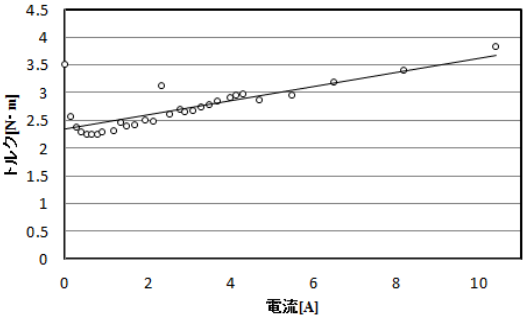


図 3 電流―トルク特性

３．まとめ

本研究では，マイクロ水力発電のための自動車用オルタネータの電流－トルク特性を測定し，評価した．電流の増加に対し，必要なトルクがほぼ直線的に増加することわかった．次の課題は，オルタネ―タと増速機を連結し，試験的に発電を行うことである．

文　献

[1] 全国小水力利用推進協議会［編］，“小水力エネルギー読本”，オーム社，2006.
[2] 榧野他，第 19 回高専シンポ要旨集，p. 85，2014.

お問い合わせ先
氏名：浅倉邦彦
E-mail：asakura@yonago-k.ac.jp

C-7

潜在ニーズ顕在化マッピングを用いた輸液支援管理機器の開発

（沼津高専　電子制御工学科[1]，専攻科[2]）
○吉田谷隼平[1]・佐野徳美[2]・田中優斗[2]・青木悠祐[1]

キーワード：輸液管理支援機器，潜在ニーズ顕在化マッピング，社会実装

1. はじめに

輸液療法中は投与水分量が妥当であるか否かを的確に把握し，適切な輸液の管理が求められる．一般的に輸液の管理方法は，一定時間毎の確認を行い，クランプを調節して最適な投与量を維持することが多い．この際，投与量の過剰・過少の原因として，輸液投与量の調節は感覚に頼るため正確でないことが知られている．そのため，看護師に与える不安やストレス等の精神的負担は極めて大きく，アクシデント・インシデント発生の原因となっており，支援機器が望まれている．そこで我々は，医療ミスが最も起きやすい点滴時の滴下管理・滴下調整において，看護師の負担軽減を目的とした輸液管理支援機器（以下デバイス）の開発を病院・看護師の協力のもと行ってきた[1]．本論文では現場ヒアリングの結果及びマッピング手法を用いたデバイスの開発過程について報告する．

2. 現場意見を重視したデバイスの開発

まず，現場の要望とデバイスの機能に着目し，潜在ニーズ顕在化マッピング[1]を行い，改良方針を決定した．その後，改良したデバイス病院に持ち寄り，輸液管理を行う最低限の機能を実装した，という観点のもとヒアリングを行った．結果として，多種多様な意見を得ることができた．また，医療従事者ごとに意見が異なる原因として，病棟や点滴頻度，点滴場面の違いが関係していると判明した．その為，一度にすべての機能を創り上げるのではなく，現場の意見の変化にも対応可能なアジャイル開発を行うこととした．開発の一例として，現場における要求を明確化するために，看護師からの要望が高いと考えられる意見に対し，開発期間，技術コストに着目し新たにマッピングを行った．縦軸に開発期間，横軸に技術コストを取り，マッピングした結果を Fig.1 に示す．図より，多くの要望の達成には開発期間と技術コストがかかることが判明した．また，マップ左下に着目することで，現場においては可能な限り早く機器を実装することや，コストの削減が潜在的に求められていることが示唆できた．従って，マップ左下の要望を要求機能と定義し，Fig.2 に示すような LED の位置と個数を調節したデバイスの開発を行った．

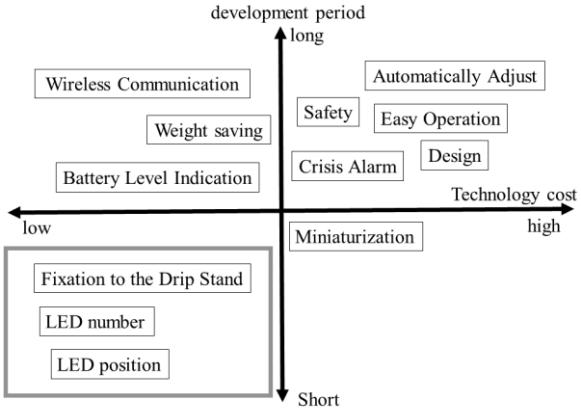


Fig.1 Mapping to Potential Needs Actualized

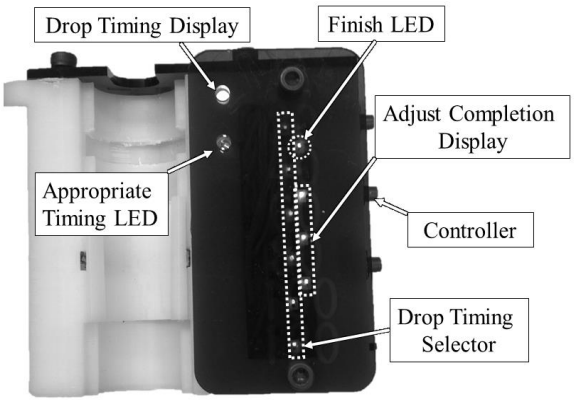


Fig.2 dropping adjustment device

3. おわりに

本論文ではマッピング手法を用いた輸液管理支援機器の開発を行い，病院にて実施したヒアリングについて報告した．今後はヒアリング母数の増加とマップの更新，及び様々なパターンのデバイスの開発と実装実験を進めていく．

4. 参考文献

[1]佐野他, ROBOMECH2014, DVD-ROM, 2014.

お問い合わせ先
氏名：青木悠祐
E-mail：y.aoki@numazu-ct.ac.jp

C-8

層幅制約を考慮した変調超格子の電圧－電流特性

（米子高専電気情報工学科）

○井上晶太・浅倉邦彦

キーワード：変調超格子，層幅制約，透過特性，負性微分抵抗

１．はじめに

変調超格子[1]は，理論上優れたエネルギーフィルタ性能を示すが，現実には様々な物理的制約により，理想的なエネルギーフィルタ性能を得ることはできない．我々はこれまでに，物理的制約の特性への影響[2]，バイアス印加の効果[3]について検討してきた．本研究では，層幅制約を考慮した変調超格子について，その負性微分抵抗特性を確認するために電圧－電流特性の解析を行ったので，その報告をする．

２．研究内容

図１に変調超格子とその構造上の基礎となる周期超格子のポテンシャル構造をそれぞれ実線と点線で示す．N層からなる変調超格子は周期超格子のバリア幅に対して標準偏差 $N/4$ のガウス分布関数により変調を施した形状をなす．両構造とも層数N，バリア幅l_b，井戸幅l_w，ポテンシャルの高さU_bの４つのパラメータにより表現される．しかし，バリア幅 l_b，井戸幅 l_w は，物理的な制約により現実にはそれぞれの単原子層の整数倍しかとりえない[2]．ここでは，その倍数をそれぞれ n_b,n_w とし，l_b,l_w に代わるパラメータとして取り扱う．

図２にバイアス非印加時の$Al_xGa_{1-x}As$系化合物半導体による周期超格子および変調超格子の透過特性を示す．構造パラメータは共に $N=29$, $n_b=2$, $n_w=5$, $U_b=0.5$[eV]とした．構造変調により，通過域の平坦性がやや改善されることがわかる．図３に変調超格子の電圧－電流特性を実線で示す．比較のため，同じ n_b,n_w をもつ２重バリア構造のそれを破線で示した．なお，計算式は文献[4]のものを用いた．図より，変調超格子によっても 0.3[Volts]付近に負性微分抵抗が得られることがわかる．また，対応する２重バリア構造に比べて小さいバイアスで高いピークがみられる．よって，変調超格子は共鳴トンネルダイオードとしての性能が従来型より優れる側面を有するといえる．

３．まとめ

本研究では，層幅制約を考慮した変調超格子について，その負性微分抵抗特性を確認するために電圧－電流特性の解析を行った．その結果，従来の２重バリア構造よりも小さいバイアスで高いピーク値が得られることを確認した．

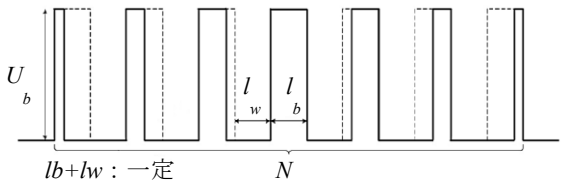


図１　周期超格子と変調超格子のポテンシャル構造

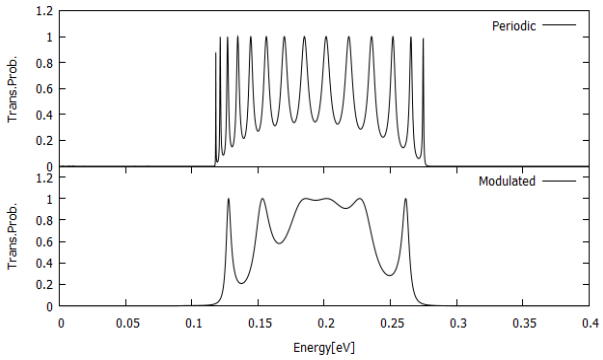


図２　周期超格子と変調超格子の透過特性

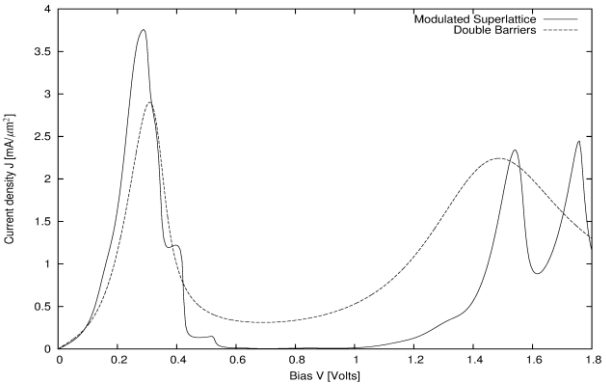


図３　変調超格子と２重バリア構造の電圧－電流特性

文　献

[1]浅倉他，信学論 C，vol.J84-C，no.7，pp.575-583，2001.
[2]小池他,第 18 回高専シンポ要旨集, p.176, 2012.
[3]阿部他,第 19 回高専シンポ要旨集, p.89, 2013.
[4]R.Tsu et.al., Appl. Phys. Lett., vol.22, no.11, pp.562-564, 1973.

お問い合わせ先
氏名：浅倉邦彦
mail：asakura@yonago-k.ac.jp

C-9

自己相互作用を考慮したBECのブロッホ振動について

（米子高専電気情報工学科）
○澤田祥汰・浅倉邦彦

キーワード：BEC，ブロッホ振動，交流磁界，自己相互作用

１．はじめに

原子ガスを極超低温状態にすることで発現するボース・アインシュタイン凝縮(BEC)は，高効率レーザーや量子コンピュータへの応用が期待されている[1],[2]．本研究では BEC の運動制御を目的とし，BEC の基本的な性質であるブロッホ振動への自己相互作用の影響を調査したので，その報告を行う．

２．研究内容

強い横方向の閉じ込めを伴う格子定数 a の格子ポテンシャルを想定すると，BEC の支配方程式であるグロス・ピタエフスキー方程式は 1 次元化され，その支配下において格子ポテンシャルが十分に深い場合，n 番目の格子井戸内の BEC の凝縮振幅 Ψ_n の挙動は次式の非線形強束縛運動方程式に従う．

$$i\hbar\dot{\psi}_n = -J(\psi_{n+1} + \psi_{n-1}) + Fan\psi_n + g|\psi_n|^2\psi_n \quad (1)$$

ここに J，F，g，$\hbar$ はそれぞれホッピングパラメータ，外部磁界，自己相互作用係数，プランク定数を表す．ここでは簡略化のために文献[3]にならって $a = J = \hbar = 1$ とする．外部磁界 F を

$$F = F_0(1 + \Delta F \sin\omega_B t) \quad (2)$$

とし，図 1 に示すように直流磁界 F_0 を中心とした振幅 ΔF の交流磁界をシステムに与えると，g=0 の場合は BEC 波束が固有振動数($\omega_B = F_0$)のブロッホ振動を維持しつつ振動位置が直線的にシフトする[4]．本研究では，文献[3]での検討にならって g を sin 関数，cos 関数で表現した場合のブロッホ振動の位置シフトへの影響を調査する．なお，解析には 4 次のルンゲ・クッタ法を用いる．

図 2(a),(b)に，F_0=0.2，ΔF=0.5 とし，g を sin 関数，cos 関数で表現した場合の BEC の凝縮密度$|\Psi_n|^2$ の変化の様子をそれぞれ示す．縦軸はブロッホ周期 T_B で，横軸はブロッホ振幅 x_B でそれぞれ規格化した時間，位置を表し，濃淡で$|\Psi_n|^2$ を表現している．なお，初期波束は最大値 1，標準偏差 10 のガウス波束とした．

t=2~10T_B の交流磁界の印加により，共に右方向へシフトすることがわかる．また，g を sin 関数とした場合は安定的にブロッホ振動が持続するが，cos 関数の場合は時間経過に伴って BEC が減衰することもわかる．

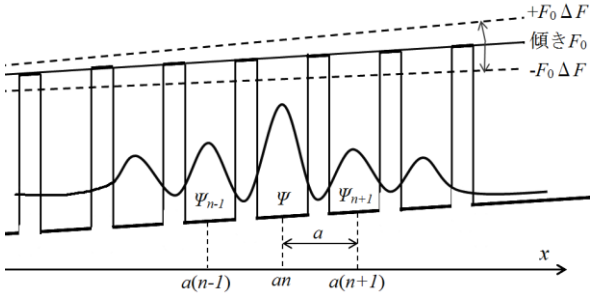
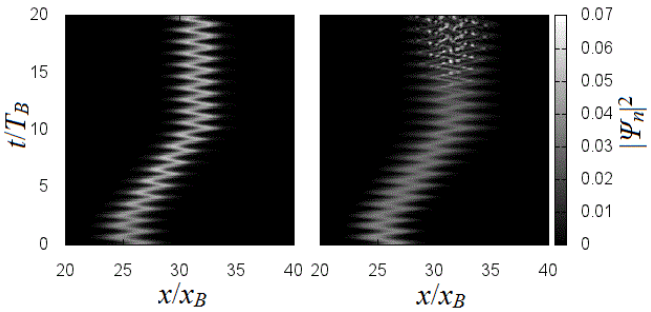


図 1 システムへの磁界印加のイメージ図



(a) g=2sinF_0t　　(b) g=2cosF_0t

図 2　BEC の凝縮密度$|\Psi_n|^2$ の変化

３．まとめ

本研究では，BEC の運動制御を目的とし，自己相互作用が BEC のブロッホ振動に及ぼす影響の調査を行った．その結果，自己相互作用の表現形態によって，ブロッホ振動が安定する場合，減衰する場合があることがわかった．

文　献

[1] J. Plumhof et. al., Nature Mater. Lett., 13, pp.247-252, 2014.
[2] J. Reichel, 日経サイエンス, 5 月号, pp.56-65, 2005.
[3] C. Gaul et. al., Phys. Rev. A, 84, 053627, 2011.
[4] 野口他，第 18 回高専シンポ要旨集，p.172，2013.

お問い合わせ先
氏名：浅倉邦彦
E-mail：asakura@yonago-k.ac.jp

C-10

農業用水車によるマイクロ水力発電のための増速機の設計および製作

（米子高専電気情報工学科[1]、米子高専技術教育支援センター[2]）
○岡本美紀[1]・川上和皐[1]・山脇貴士[2]・浅倉邦彦[1]

キーワード：マイクロ水力発電，農業用水車，歯車，増速機

１．緒言

本研究は，鳥取県米子市淀江町真名井地区に現存する水車に，マイクロ水力発電システムを導入することを目的としている．ここでは，本研究に用いる発電機に適する回転数まで水車の回転数を増速するための増速機の設計および製作をし，その性能評価を行ったのでそれを報告する[1].

２．研究内容

本研究は，発電機に充電開始回転数 900[rpm]の自動車用オルタネータを使用して発電することを前提とする．本研究に用いる水車の回転数は約 2.65[rpm]であるため，約 340 倍の増速機を設計し，製作する必要がある．ここでは，その増速機の設計および製作を本校技術教育支援センター協力の下で行う．

本校ものづくりセンター所有の歯切り盤は，加工最大径 160［mm］，最小径 44［mm］，加工最大モジュール 2［mm］であるため，最大歯数 78，最小歯数 20 の歯車を製作することができる[2].一対の歯車の駆動歯車を 65，被動歯車を 20 とすると 3.25 倍の増速が得られるため，これを 5 段歯車にすると，3.25^5 倍，つまり約 362.6 倍の増速が得られる[3]．このとき，駆動歯車の直径は 134[mm]，被動歯車の直径は 44[mm]となる．平歯車を 5 段組み合わせると軸が 6 本必要になり，横幅の全長が 445[mm]となる．そこで，2 本の軸に大小の歯車を組み合わせることで装置を小型化することにした．使用する材料は軽量，堅牢かつ成形性の高いアルミとし，一枚のアルミ板から全ての歯車を切り出し，増速機を組み立てた．増速機の始動トルクが未知の状態で水車に取り付けると水車を破損してしまう恐れがあるため，図 1 のように増速機の水車側の軸に性能評価用のハンドルを取り付けた．

増速機の性能評価として，まず始動トルクを測定する．トルク τ は，荷重を m，軸中心から力点までの長さを l とすると，以下の式で表すことができる．

$$\tau = Fl = mgl \quad [\mathrm{N \cdot m}] \tag{1}$$

本測定では，図 1 のように増速機のハンドルに床と平行におもりをぶら下げ，ハンドルが動き出す

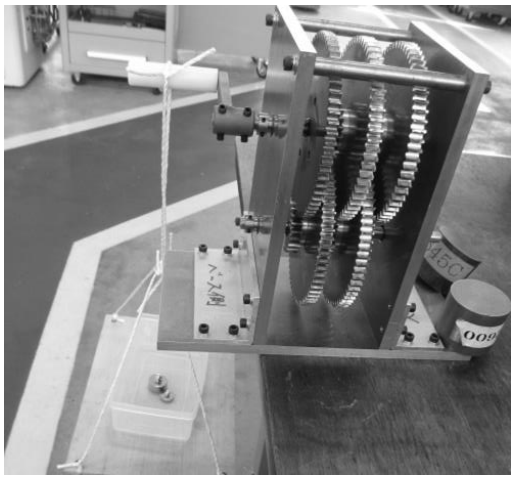


図 1．トルクの測定

重さを m，ハンドルの端からハンドルを固定する軸の中心までの長さを l とし，式(1)よりトルクを算出する．3 回測定した結果，全て m =0.28[kg]となった．l=0.1[m]より，τ=0.2744[N・m]と算出された．このトルクは非常に小さく，理論上では本研究で使用する水車のトルク 436[N・m]で稼働させることが可能であると言える．

３．まとめ

本研究では，真名井での水車発電に使用する増速機の設計および製作を行い，その性能を評価した．その結果，始動トルクが小さく，水車で十分に稼働させることができることがわかった．今後は，増速機の伝達効率の測定，オルタネータ連結時の始動トルクの測定を行う．また，実際に水車に取り付ける際の連結方法の検討も行っていく．

文　献

[1] 逸見次郎，“小水力発電”，パワー社，2007.
[2] 技能士の友編集部，“歯車のハタラキ”，大河出版，1973.
[3] 榧野他，第 19 回高専シンポ要旨集，p.85，2014.

お問い合わせ先
氏名：浅倉邦彦
E-mail：asakura@yonago-k.ac.jp

C-11

ZnO:Al を用いた逆構造有機位置検出センサの開発

（香川高専電子システム工学科[1]、香川高専電子情報通信工学専攻[2]、香川高専技術職員[3]、大阪大学工学研究科[4]、長岡技大電気系[5]）
○森宗太一郎[1]・西丸大貴[2]・小野真二[3]・梶井博武[4]・田中久仁彦[5]

キーワード：位置検出センサ、有機光センサ、ZnO:Al、逆構造、CuPc:C_{60}

１．緒言

フレキシブル型イメージセンサは医療分野や生体医療診断、指紋スキャナなどの分野で応用が期待されており、実用化のためには製造プロセスの簡易化と合理化が求められている。これまで CMOS センサ方式の構造を用いた有機イメージセンサの開発が報告されているが、大きな問題点の一つとして製造プロセスの複雑化と素子構造が百ナノメートル程度の極めて薄い有機膜や金属膜を微細かつ複雑なプロセスで作製するため、各受光素子により特性のバラツキが発生し、実用化や低コスト化が難しいことが挙げられる。そこで我々は有機半導体を用いたフルカラーイメージセンサの開発を目的として、有機半導体を用いた位置検出センサを積層する方式により簡単な作製方法と高感度化できるシステムを提案している。本研究では赤色光に感度をもつ有機位置検出センサを逆構造で作製した結果を報告する。

図１のような光電変換層として銅フタロシアニン CuPc とフラーレン C_{60} を共蒸着した層を作製し、ITO 上にゾルゲル法を用いて Al 添加 ZnO 膜の表面抵抗層を形成した。また本研究では一次元素子を作製し、出力電極間を 5 mm で作製した。

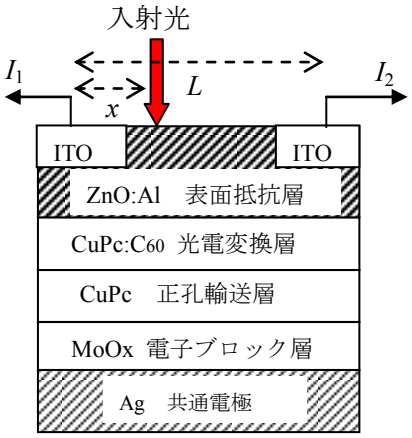


図 1. 開発した赤色光に感度をもつ有機位置検出センサ

入射光はシングルモードファイバー赤色 LD を使用してマイクロメーターで手動で移動させた。図 2 に電極間幅 L と電極から入射位置までの距離 x から求めた理論値と I_1 と I_2 の測定値から得られる出力電流の比を比較した結果を示す。測定値と理論値が非常によく一致していることが分かった。また同様の構造で ZnO を用いた逆構造型の受光素子を作製し、感度の比較をした結果、図 3 に示すように-2V 印加時において感度が約 1.3 倍向上していた。

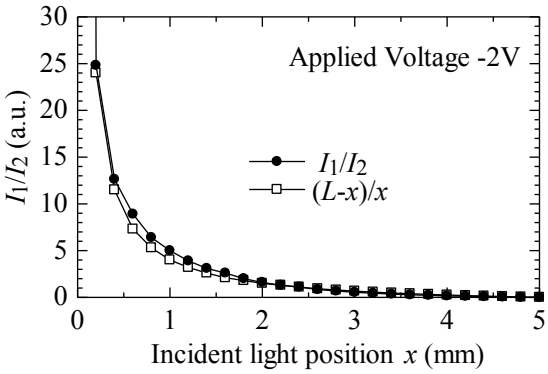


図 2 理論値 $(L-x)/x$ と測定値 I_1/I_2 の比較

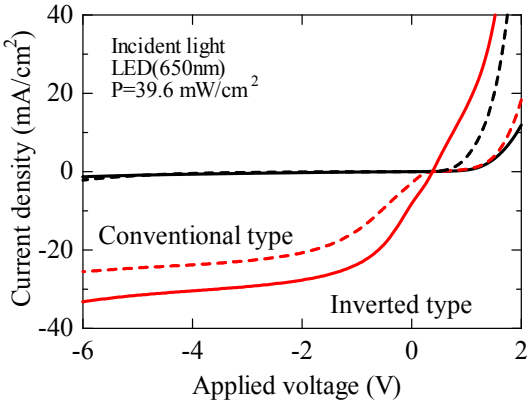


図 3 順構造素子と逆構造素子の IV 特性比較

お問い合わせ先
氏名：森宗太一郎
E-mail：morimune@es.kagawa-nct.ac.jp

C-12

磁気抵抗素子の特性測定装置の開発

（仙台高専専攻科[1]、仙台高専[2]、東北学院大学[3]）
○楠洸介[1]・山田洋[2]・小澤哲也[3]・薮上信[3]

キーワード：磁気抵抗素子、磁気特性、計測システム、LabVIEW

１．緒言

磁気抵抗素子は外部から磁界が加えられると抵抗値が変化する素子であり、磁界センサとして利用されている。磁気センサの性能を示す指標として感度がある。感度は加えられた磁界の微小な変化に対する抵抗の変化量で定義され、磁気センサとして最も重要な特性のひとつである。本研究では磁気抵抗素子の磁界-抵抗特性を自動的に測定し、さらに最高感度を解析できる装置開発の成果について報告する。

２．実験方法

開発した計測システムの構成ならびに装置の写真を図１に示す。ノートパソコンには計測制御用プログラミングソフトウェア LabVIEW がインストールされており、定電流源（アジレント 6632A）に対して GPIB 経由で接続されている。定電流源は LabVIEW プログラミングによって制御されているため、所望の電流値が自動的にコイル（直径 0.6 mm のホルマル線 350 巻）へ流れ、直流磁界を発生する。コイル内には磁気抵抗素子を配置させ、磁気抵抗素子はデジタルマルチメータ（テクシオ DL-2051）に接続されている。磁気抵抗素子の抵抗値はデジタルマルチメータによって計測され、計測されたデータは、LabVIEW プログラミングにより GPIB 経由で回収される。得られた磁界-抵抗特性において最も勾配が大きくなるポイント、すなわち最高感度の部分を自動的に解析し表示させる。

３．実験結果

図２は作成したコイルの電流-磁界特性を示す。3A を超える電流を通電した場合、コイルからの発熱が顕著となったため、定常的に使用できる電流値は 3A と定めた。したがって、作製したコイルは 3A 通電時に 302.9 Oe の磁界を発生できることがわかり、この磁界の範囲で特性を測定できることがわかった。

図 3 はいくつかの磁気抵抗素子を据え付けて測定した磁界-抵抗測定画面のスクリーンショットである。図３の結果には、自動的に最高感度の場所も求められている様子がわかる。このことから、磁気抵抗素子の最高感度を瞬時に計測できるようになり、磁気抵抗素子の性能評価方法が大幅に改善された。

４．考察・まとめ

磁気抵抗素子の磁界－抵抗特性から最高感度を自動的に解析し、磁界センサの感度を自動的に測定する装置を開発した。

磁気抵抗素子の抵抗値、感度を自動で解析し、直ちに評価できることを確認した。

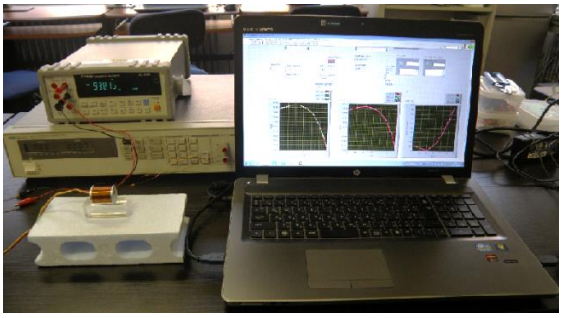


図１　実験機器構成図

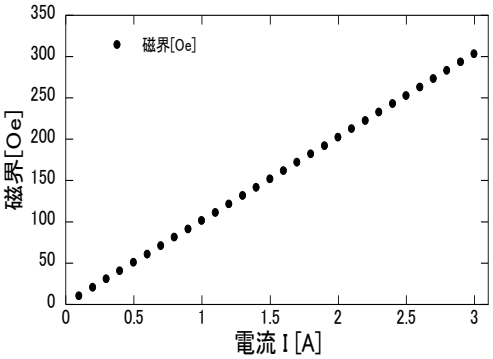


図２　コイルの電流－磁界特性

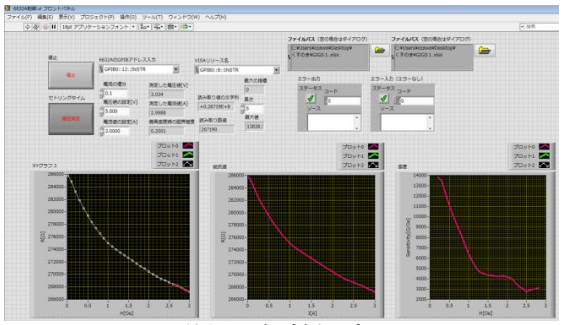


図３　磁界－抵抗測定画面の
スクリーンショット

お問い合わせ先
氏名：山田洋
E-mail：h-yamda@sendai-nct.ac.jp

C-13

コイルを用いたワイヤレス電力伝送に関する解析的検討

（函館高専電気電子工学科[1] 函館高専電気電子工学科教員[2]）
○馬場涼一[1]・庭田卓弥[1]・相澤佑太[1]・丸山珠美[2]

キーワード：WPT、無線電力伝送、磁界共振、氷、雪、モーメント法、EV、電気自動車

1.まえがき

近年、エコなどの理由から電気自動車(EV)の普及が必要であり、その普及を推進するために電化道路から走行中 EV への無線電力伝送が研究されている。現在までにミニ四駆やカートへの給電が報告されている[1][2]。しかし、実際の路面では氷雪などがあるが、ほぼ検討されていない。そのため、氷雪が無線電力伝送に与える影響について解析的に検討する。無線電力伝送には多くの方式があるが、今回は走行中給電に適した方式である磁界共振方式に関して解析的検討を行った。

2.解析モデル

解析モデルは共振器として図 1a のようなスパイラルコイル、給電部として図 1b のようなワンループコイルを用いて、図 1c のように置いた。その間に氷の電気定数を取り入れた長方体を入れその厚さ T を変化させた。解析方法としてモーメント法(WIPLD)を用いた。

3.結果

図 2a,b,c にそれぞれ雪を挟んでいない場合、160[mm]の氷を挟んだ場合、260[mm]の氷を挟んだ場合の周波数f-S パラメータのレベル特性グラフを示した。図 2a,c では S11 と S22 は同じ形であるが、図 2b では S11 と S22 は違う共振周波数を持ち S21 も図 2a,c では共振周波数でピークとなっているが、図 2b では S22 が S11 に比べ非常に小さいにもかかわらず S21 のピークは S22 の共振周波数にほぼ一致している。このことから S21 のピークは S22 の共振周波数による影響が大きいことが考えられる。そこで図 3 に雪の厚さ T-S パラメータの共振周波数、ピーク時周波数特性グラフを示した。これより、S21 が S22 とほぼ同じ変化をしていることが分かった。また、雪が少しでもあれば S11 の共振周波数に大きな変化が確認できた。雪の厚さが共振器同士の距離の半分を超えたあたりから S22 の共振周波数に影響があることが確認できた。また、雪の厚さが共振器間距離の半分を超えたあたりから S21 のピーク時周波数が低くなっていた。原因として、氷の誘電率がそれぞれの共振器の共振周波数に影響を及ぼしているためだと考えられる。このため共振器から氷が離れている場合は氷が共振器に与える影響は少なく,近づくにつれその影響が顕著に現れたと考えられる。

4.まとめ

上記の解析より、氷が磁界共振方式に与える影響は氷の誘電率により共振周波数を下げること、導電率により S21 を下げ伝送効率を悪化させることであることが考えられる。

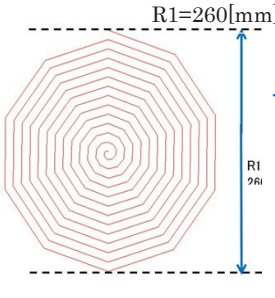


図 1a

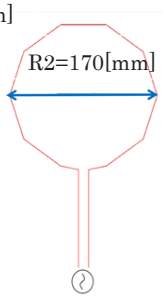


図 1b

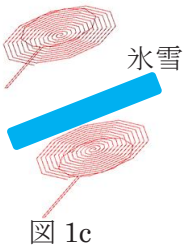
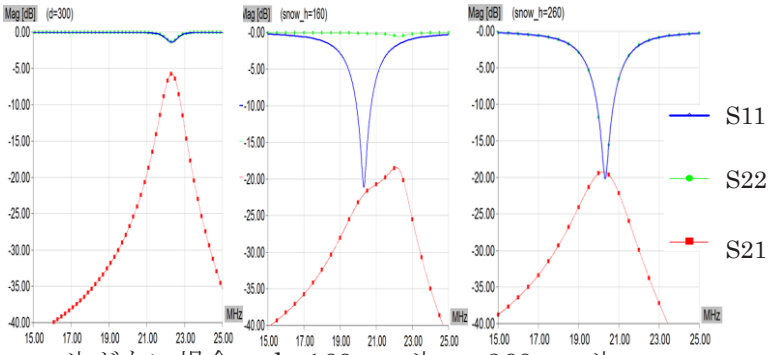


図 1c



a:氷がない場合　b: 160mm 氷　c:260mm 氷
図 2　周波数-S パラメータ特性

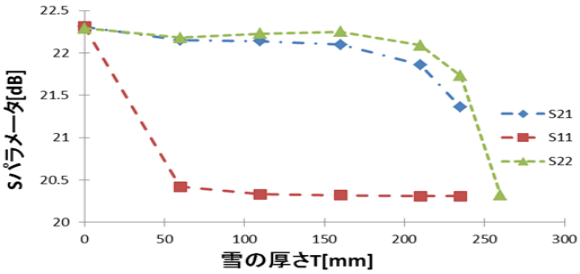


図 3　d=300 の時の T-S パラメータ特性

[1] 大平 孝, "[招待講演] 自動車タイヤを介するゼロギャップ走行中給電", 信学技報, WPT, pp.13-16, Aug. 2012
[2] 仙台高専信ソ大 2014bi_08_006

お問い合わせ先
氏名：馬場　涼一、丸山　珠美
E-mail： maruyama@hakodate-ct.ac.jp

C-14

放電実験用インバータの製作

（米子高専電気情報工学科）

○手嶋　潤・石倉　規雄

キーワード：インバータ、PWM、dsPIC

1. 研究の背景と目的

現在、本校の高電圧実験室では球ギャップを用いた回路による放電実験を行っている。しかし、この実験方法では実験環境に応じた周波数の生成が難しく、回路に流れる電流値が高いためブレーカーが落ちやすいという問題点がある。これを解消するために、 dsPIC を用いて300(V)、10(kHz)、2(kVA)のインバータを製作し、球ギャップを用いない実験装置の製作を目的とする(図 1)。 本論文では、dsPIC によって生成した制御信号について報告する。

2. 実験内容

dsPIC 内の PWM モジュール機能[1]を用いて、dsPIC からデューティー比 50%の PWM 信号を出力させ、ドライブ IC である IR2011 を通して信号の増幅を行い、PWM 信号 V_{HIGH} と V_{LOW} を出力させた。

また、図 1 にあるようなフルブリッジを動作させる場合に、HIGH 側 FET と LOW 側 FET が同時に導通状態になることで短絡を起こしてしまう。これを防ぐために PWM 信号の双方が LOW レベルになる時間帯(Deadtime)が必要になる。この Deadtime が出力波形に挿入れていることを確認した。

3. 実験結果

図 2 および図 3 に、実験結果を示す。図 2 より、dsPIC から PWM 信号 V_{HIGH} と V_{LOW} が出力されていることを確認した。また、図 3 より生成した PWM 信号 V_{HIGH} と V_{LOW} に 16(μsec)の Deadtime が挿入されていることを確認した。

4. まとめ

本論文では、インバータの制御に用いる正弦波 PWM 信号の生成について報告した。 実験結果から、dsPIC 内の PWM モジュール機能を用いて PWM 信号 V_{HIGH} と V_{LOW} を生成できることを確認した。この結果より、 PWM 信号 V_{HIGH} と V_{LOW} は今後作成するインバータの制御信号として使用可能である。

今後は生成した PWM 信号を用いてインバータの動作実験を行い、得られた実験結果から回路とプログラムの修正、周波数や出力波形の可変化といった機能の拡張を目標とする。

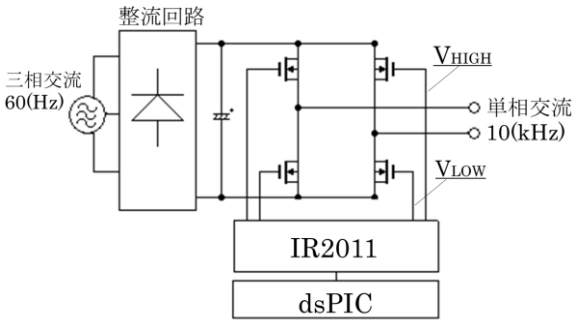


図 1　装置回路図

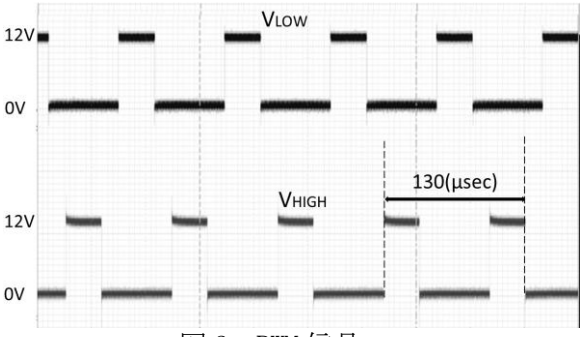


図 2　PWM 信号

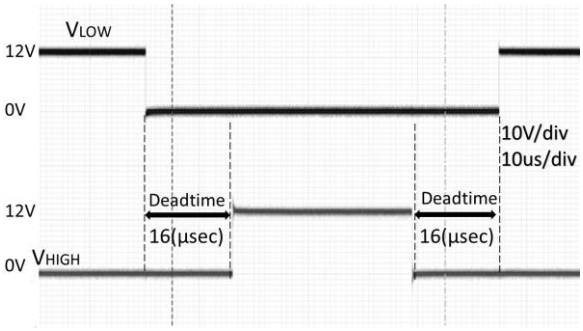


図 3　Deadtime

参考文献

[1]後閑哲也、”電子制御･信号処理のための dsPIC 活用ガイドブック”、技術評論社、pp319-338、2006

お問い合わせ先

氏名：石倉　規雄

E-mail：ishikura@yonago-k.ac.jp

C-15

車両用ガラスに用いる電極抵抗溶接機の試作と評価

（米子高専電気情報工学科）
土師弘之・○石倉規雄

キーワード：電極抵抗溶接機、PLC、変圧器、トライアック

１．研究背景

自動車の後部ガラス等へ電熱線を半田付けする装置には、抵抗溶接法が用いられている。本研究では、溶接機の仕様を明確にするとともに、既存の溶接機の改良した試作品の製作とその評価を行う。

２．研究内容

本研究に用いる電極抵抗溶接機はPLC(Programmable Logic Controller)を用いて制御する。PLCはキーエンス社のKV nanoシリーズであるKV-N14DTを用いる。PLCは製作したラダープログラムに基づいて動作し、タッチパネルによりPLCのON・OFFの制御を行う。

本論文では、実際にPLCによって電極抵抗溶接機を制御し、溶接を行ったのでその詳細を報告する。

３．研究結果

実際に溶接を行う際に用いた回路を図 1 に示す。本溶接機は回路に示すようにAC100[V]電源を使用する。タッチパネルを操作し、PLCのON・OFF信号を制御する。PLCから送られたON・OFF信号はPT(フォトトライアック)に送られ、その信号によりトライアックに流れる電流を制御する。よって、PLCにより、負荷である電極に流れる電流の制御が行える。

PLC によって制御している際の一次電圧をオシロスコープによって計測した。その結果を図2に示す。PLCがON信号の時、PTに加わる電圧が 0[V]になり、トライアックに電圧が加わらないため、回路の一次電圧は 0[V]となる。PLC が OFF 信号の時はトライアックにPT からの電圧が加わるため、一次電圧はAC100[V]となる。

表1に示した変圧器の仕様より、二次側には約 100[A]の電流が流れると推測できる。図 3 に示す写真は実際に電極に電流を流し、溶接したものであり、半田付けができていることが確認できる。

表１　変圧器の仕様

相数	1φ	容量	500[VA]
周波数	50/60[Hz]	絶縁	A 種
一次電圧	100[V]	二次電圧	5[V]

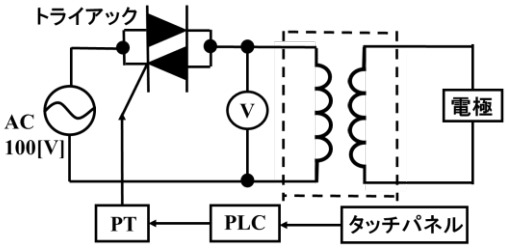


図１　簡易実験回路

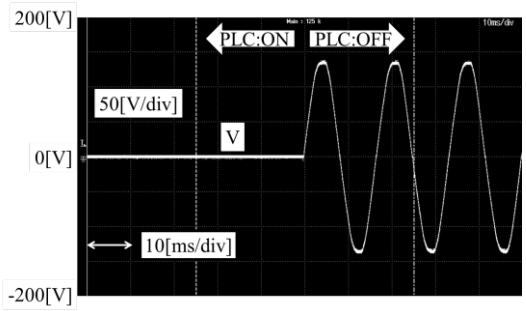


図２　一次電圧出力結果

図３　溶接後の器具

４．まとめ

タッチパネルによるPLCのON・OFF信号の操作により、トライアックを用いた電圧制御を行った。実験より、正常に溶接できることが確認できた。

今後はより詳細な部品選定、PLC ソフトウェア開発を行う予定である。

お問い合わせ先
氏名：石倉規雄
E-mail：ishikura@yonago-k.ac.jp

C-16

陸電施設電力計測システム

（米子高専電気情報工学科）
○福本裕法・石倉規雄

キーワード：陸電施設、Arduino、XBee

１．緒言

漁港には船舶に電力を供給する船舶陸上電源供給施設（以下陸電施設）がある。しかしながら、その施設の使用者を特定するために。プリペイドや定額契約等の方式を適用しても、設備費が高いことや好まれない徴収方法であることが問題点である。そのため、本研究は問題点を解決し、安価で長期実用可能な陸電施設電力計測システムの提案をする。

本予稿は、電力計測に必要な要素の一つである電流の計測と、複数台ある陸電施設のデータ収集を効率良く行うために無線通信を用い、データ収集することを目的とする。

２．研究内容

＜2・1＞電流計測

図 1 に測定回路を示す。AC 電流センサで測定した電流を、10[Ω]抵抗により電圧として読み取り、Arduino へ入力する。Arduino へアナログ入力できる電圧の範囲は 0V から 5V である[1]。5V のオフセット電圧を加えることで常に正電圧の入力となるようにし、オペアンプを利用して入力電圧を半分に減衰させることで 0V から 5V の範囲に収まるようにした。

実験結果を図 2 に示す。I_p=16A 以上から理論値と測定値の誤差が 0。33%以内であった。100V 一定として電力に換算すると 0。051[VA]であり、高い精度が得られたので、実際に陸電施設で使用する 20A から 60A の電流を測る場合でも問題なく使用できると言える。

＜2・2＞無線通信

図 3 のように、PC に通信 IC である XBee を接続したものを受信側、Arduino に XBee を接続したものを送信側とした。電力計測処理したデータを送信側の XBee から受信側の XBee へ送る。そのデータを PC で処理する。XBee の通信設定は文献[2]を参考にした。

図 3 の下部に、通信結果の一部を示す。送信側、受信側と保存先のデータ内容を比較すると、どれも全く同じ文字列であることから、XBee を用いた無線通信の正常な動作を確認した。

３．まとめ

本予稿では、電流計測を可能とするために AC 電流センサと Arduino を用いて計測処理を行い、高い精度の結果が得られた。さらに、データ収集を効率よく行うために Arduino と XBee を用いて送信し、PC 側で受信してログを保存するプログラムを作成した。実験結果より、Arduino で送信したデータを PC で受信することができ、ログを残せることが確認できた。

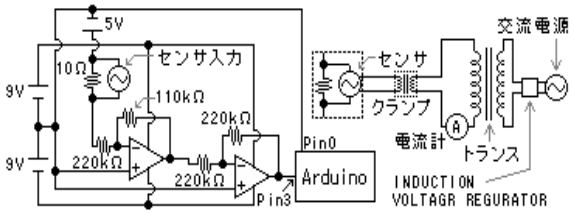


図 1 電流測定回路

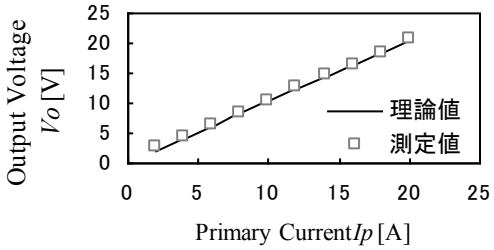


図 2 電流測定回路

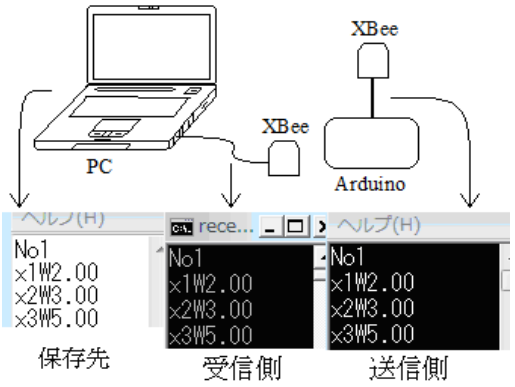


図 3 通信機器の接続と通信結果

参考文献
[1]小林茂、Prototyping Lab、pp62-65 88-95、2011.
[2]濱原・佐藤・藤田・南里・前川、超お手軽無線モジュール Xbee、pp.56-69、2012.

お問い合わせ先
氏名：石倉規雄
E-mail：ishikura@yonago-k.ac.jp

C-17

屋外 LED 照明用電源に用いる 単相インターリーブ PFC コンバータ

（米子高専電気情報工学科）
○橋本拓也・石倉規雄

キーワード：電力変換回路、インターリーブ、電流不連続モード

１．緒言

本研究では、風雨にさらされても高効率で長期的に使用できる LED 照明用の電源の設計・製作を行う。入力側の力率を改善すると同時に出力波形の精度を向上させるために、インターリーブ方式を用いた電流不連続モードの昇圧チョッパについて検討を行ったので報告する。

２．原理[1][2]

インターリーブ制御とは、電源を 2 相に分けて各相に位相差をもたせ、リップルなどを互いに打ち消しあう制御の 1 つである。これにより、小さなインダクタンス値で波形の脈動を抑制し、電力変換器を小型化することが出来る。

電流不連続モードとは、負荷抵抗が大きいとき、あるいはリアクトルのインダクタンスが小さいとき、リアクトル電流が零になる期間が存在することである。これにより、入力側の力率が良くなる等の利点がある。

３．シミュレーション結果

PSIM で単相インターリーブ PFC コンバータの動作を確認した。図 1 に回路図、図 2 に入力の電圧・電流と出力電圧波形、図 3 に電流不連続モードにおけるインダクタの電流波形を示す。図 2 より、交流である入力電圧 V_S が出力電圧 V_{out} では昇圧され、直流となっていることがわかる。さらに、V_S と i_S は同位相を有しており、力率が 1 に近いことがわかる。図 3 より、電流不連続モードになっていることが確認できた。また、インターリーブ形とすることで、スイッチ 1 つ当たりの電流の負担・スイッチング周波数が半分になり、スイッチの設計が容易にすることができた。

４．結言

高効率で長期使用できる LED 照明用の電源の設計を目的として、単相インターリーブ PFC コンバータの電流不連続モードを検討した。シミュレーション結果より、入力側の力率の改善とインターリーブ動作の確認を行った。

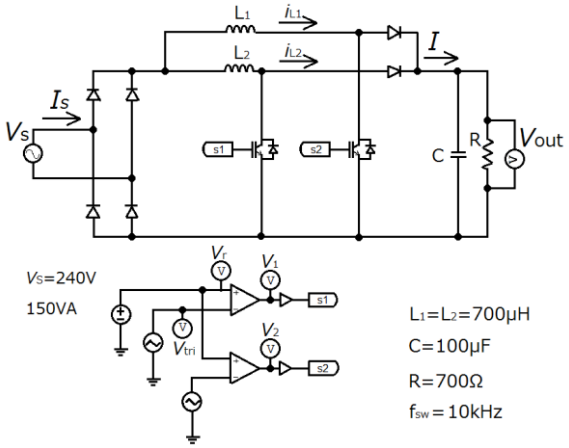


図 1　回路図

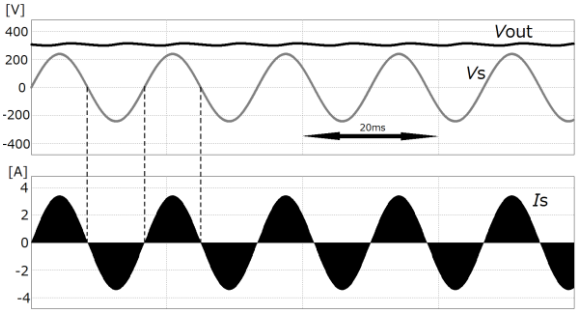


図 2　入力の電圧・電流と出力電圧波形

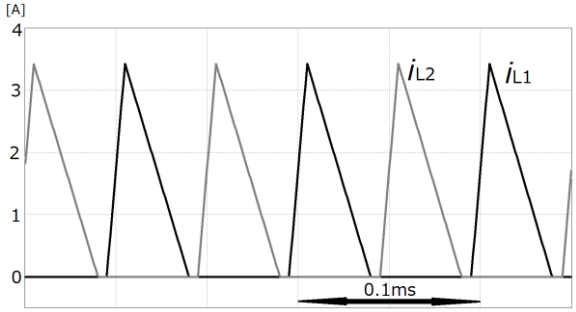


図 3　電流不連続モードにおけるインダクタの電流波形

参考文献
[1]原田耕介・二宮保・顧文建、スイッチングコンバータの基礎、p. 65、2009
[2]山本真義、トランスリンク方式単相インターリーブ PFC コンバータ、電学論 D、130 巻、6 号、2010

お問い合わせ先
氏名：石倉規雄
E-mail：ishikura@yonago-k.ac.jp

C-18

RTOS を用いた LED キューブ制御システムの製作

（米子高専電気情報工学工学科）
○山根大典

キーワード：組込み制御，LED Cube，RTOS，mbed

１．緒言

近年マイクロプロセッサの高性能化に伴って，安価なプロセッサでも RT(Real Time)OS が容易に実装できるようになってきた．これによって，組込み機器で簡単に実行時間の制御が可能である．本研究では RTOS を実装したマイコン用い，LED の点灯制御やサウンド機能の実装，コントローラとの通信といった複数の処理を一つのプロセッサで同時並列的に処理させることが可能となった．

２．研究内容

本研究では青色 LED を 512 個用いた 8x8x8 LED キューブを製作した．システムのハードウェア構成を図 1 に示す．制御には ARM Cortex-M3 コア(32bit，CLK:96MHz，512KB ROM，32KB RAM)を搭載した mbed を利用している．回路では，mbed の 11 本の GPIO(データ線 9 本，クロック線 2 本)をシフトレジスタに接続し，シリアル-パラレル変換した信号を用いて LED をダイナミック駆動させ，点灯を制御する．さらに，本システムでは LED による「三次元ブロック崩し」を実現している．そのため RTOS を用いて以下のスレッドを並列的に処理している．

① LED のダイナミック点灯制御
② ゲームの演算処理
③ パドルコントローラからの無線操作
④ サウンド機能

ユーザは XBee を介して無線でデータの送受信を行い，パドルコントローラによってゲームの操作を行う．また，サウンド機能は圧電ブザーのビープ音で実現した．

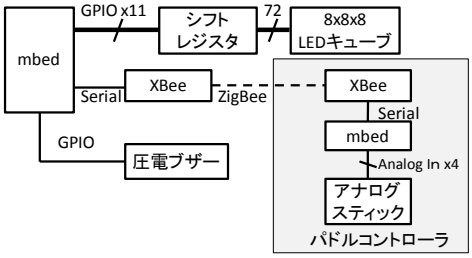


図 1　ハードウェア構成図

mbed に実装したソフトウェアの構成を図 2 に示す．RTOS は ARM の CMSIS API ライブラリを利用した．

「三次元ブロック崩し」プログラムでは，8x8x8 点の三次元空間内にオブジェクト（ボール，パドル，ブロック）を生成し，ボールやパドルの移動と衝突判定，ゲーム進行の管理を行う．LED 制御プログラムはゲームプログラムと共有している各オブジェクトの位置情報に基づいて LED を点灯させる．また，ボールがパドルまたはブロックに衝突した場合には，並列に実行されている圧電ブザー制御プログラムにコマンドを送り，音を鳴らしている．

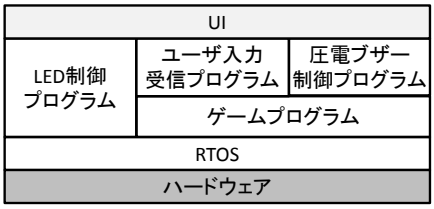


図 2　ソフトウェア構成図

３．結果

製作した LED キューブの外観を図 3 に示す．図 4 は「三次元ブロック崩し」プログラムの実行時の様子である．

図 3 LED キューブ

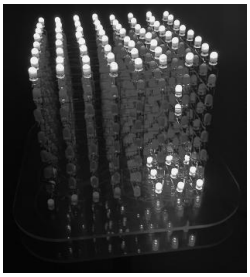


図 4 三次元ブロック崩し

４．まとめ

RTOS を実装したマイコンで LED キューブを制御することにより，一つのプロセッサで複数のスレッドを実行することが出来るようになった．また，処理をマルチスレッド化とすることで，新たな機能の追加を容易に行うことが出来るようになった．

お問い合わせ先
氏名：山根大典
E-mail：e10239yd@student.yonago-k.ac.jp

C-19

装用型音声信号処理装置の開発に関する研究

（久留米高専専攻科機械・電気システム工学専攻[1]、熊本大学[2]、久留米高専電気電子工学科[3]）

○七種貴紀[1]・井上敦士[1]・上田裕市[2]・坂田聡[2]・池田隆[3]

キーワード：音声信号処理、DSP、ホルマント、装用、補償

１．はじめに

音声は相互コミュニケーションに重要な役割を果たしている。ここでは聴力損失を補償する高性能補聴器の実現、音声を実時間で音声画像に変換出力する装用型音声信号処理装置の開発について報告する。

２．音声信号処理

音声信号から音声ホルマントやピッチ周波数といった音声の信号処理に必要不可欠である特徴情報を実時間で抽出し補聴処理や音声画像の変換を実現するための試験装置を構築し検討を進めてきた。その結果、高性能の32bit 浮動小数点 DSP1 個で、処理に必要な逆フィルタ法によるホルマント周波数やピッチ周波数などの音声特徴パラメータの抽出とそれによる補聴処理が出来ることが分かった。さらに DSP を１個加えれば音声画像の出力の処理も実時間で実現する見通しが示された[1]。ここでは図１の信号処理を２個の DSP で行う装用型装置を構築しシステム化を図る。

３．　システムの構成

図 2 のようにシステムは音声と画像のインターフェイス、2 個の DSP による処理部からなる。DSP1-2 の間は、同時書き込み可能かつ高速動作である DPRAM(Dual port RAM)を置きデータ授受時間の短縮をはかる。またこれにより各ブロックの処理が独立性を保てるので、これまでの成果で示された音声信号処理や音声画像化の応用処理への連携が容易で検証しやすくなるようにした。また、音声の入出力は USB 経由とし、制御に H8 マイコンを用いる。入出力音声データも DSP1 との間に DPRAM を使用し後段の信号処理の高速性確保に配慮する。これまでの試験装置は信号確認を容易にした両面基板で同程度の回路規模で 250mm×250mm の大きさであったが、小型化のため 6 層基板で設計をする。

４．まとめ

今回、部品の多くを表面実装で行い、基板の多層化でハードウェアを小型化する設計を進めている。これまでの各ブロックでの独立したソフトウェア動作確認の結果を元に、基板完成後 USB から DSP に音声情報を入出力する動作確認と音声画像出力部の回路検証、デバッグを進め、全体の完成を目指す。

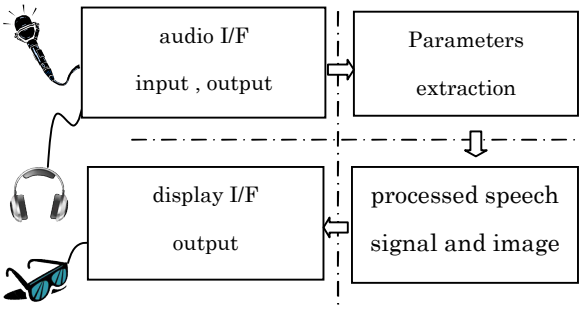


図 1.信号処理の基本構成

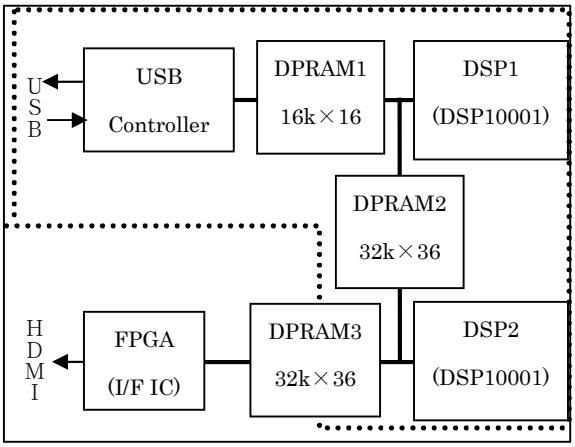


図 2. ハードウェアの構成

参考文献

[1] 池田隆,上田裕市,佐々木俊介,戸川誠司,井上敦士,”音声応用システムのための可搬型実時間音声信号処理装置の開発,”久留米工業高等専門学校紀要,29 巻,2 号,pp.23-27,平成 26 年 4 月

謝辞:本研究は文部科学省平成 26 年度科学研究助成事業（科学研究費補助金）基盤研究（C）（課題番号 24500650）からの支援により行われたものである。

お問い合わせ先
氏名：池田　隆
E-mail：ikeda@kurume-nct.ac.jp