

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月29日現在

機関番号：12101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22653124

研究課題名（和文） 盲学校の理科と技術の実習で使用する突起タイプ電圧計の開発

研究課題名（英文） Linear-cylinder-array-type voltmeter for the visually impaired

研究代表者

榊 守 (SAKAKI MAMORU)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号：50196060

研究成果の概要（和文）：

文部科学省から視覚特別支援学校において設置すべき教材・教具についての方針が出されており、中等部技術・家庭科（技術分野）では、必要な備品として回路計が挙げられている⁽³⁾。また、視覚特別支援学校小学部並びに中等部理科において、視覚障害者用の電圧計・電流計の必要数は小学部においては12個、中学部においては18個であると示している。しかし、一般の回路計や電圧計、電流計を用いて、視覚に障がいを持つ学習者の教育を行うことは困難である。そのため、視覚特別支援学校では、音声式電圧計とアナログ式（触針）の電圧計が使われている。しかし、これら音声式電圧計とアナログ式電圧計は現在製造中止となっている。そこで本研究では、視覚特別支援学校で使用するシリンダー型電圧計を開発した。

研究成果の概要（英文）：

In the school for the visually impaired, two types of voltmeters are used for science lessons. The first is of an audio pronunciation type. The second one is of an analog type, having an exposed indicator needle. They were very expensive. In addition these meters have been discontinued. In this study, we developed a linear-cylinder-array-type voltmeter, which consists of a servomotor and a microcontroller. The cylinders project upward in proportion to the measured voltage.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	0	1,400,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,100,000	210,000	2,310,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・特別支援教育

キーワード：盲学校・視覚障害児童生徒用・電圧計・温度計

1. 研究開始当初の背景

申請者らの研究室では茨城県立盲学校と交流（参観とテーチングアシスタント）を行ってきている。中学部理科の授業を参観した際、視覚障害者用電圧計（指針を触るタイプ）は1台15万と高価であり、またその製品は製

造中止となったことを知った。今後、現有品が故障した際、全国の盲学校での理科の授業に支障が出るため、代替計測器を開発してほしいとの依頼を受けた。そこで茨城県立盲学校の教諭と電圧計の仕様を検討した結果、音声での電圧の読み上げや、アナログメータの

指針部を触るタイプではなく、電圧の値に比例した突起物の数で表現する機構のものを研究開発することとした。

2. 研究の目的

本研究では、盲学校の理科の授業用いる使いやすく触って認識するタイプの電圧表示装置を開発することを目的とする。本装置はAD変換機能を持つワンチップコントローラとサーボモータを利用し、電圧の値をその値に比例した突起物の数で表現するものである。本装置は容易に電流計や温度計にも転換できることから、盲学校の児童生徒にオームの法則などを理解させてあげることが可能となる。

3. 研究の方法

県立盲学校教諭との打ち合わせにより装置の基本仕様を決定した後(図1)、AD変換

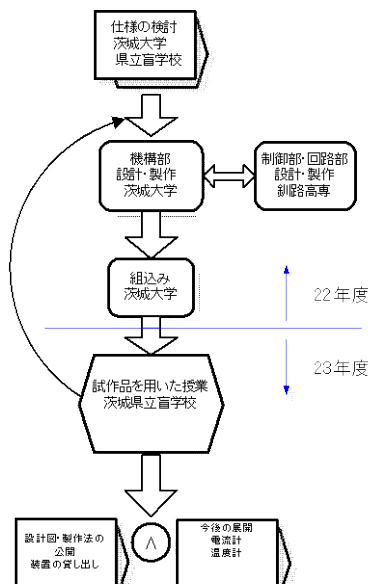


図1 研究の流れ

機能を持つワンチップコントローラとサーボモータの入力電圧値に比例したサーボモータの角度を決定する回路および制御ソフトの開発を創路高専の研究分担者と協同で行った。電圧値を比例した微小円柱をサーボモータで突出させる機構部品を茨城大学の研究協力者とともに設計製作した。その後、全てのパーツを組み込んだ試作品を完成させた。

4. 研究成果

(1) 開発した電圧計の構成

本研究で開発した電圧計はA/D変換機能を持つワンチップマイクロコントローラとサーボモータを用いた。図2に開発した電圧計のブロック図を示す。電圧計は計測・制御部(Measurement/Control unit)とシリンダー

を上下移動させる駆動部(Drive unit)から構成される。計測・制御部は電圧を測定し、A/D変換を行う。このデジタル値に対応して、サーボモータの回転角を制御する方形波を出力する。サーボモータにはブレードを直結しているため、計測した電圧の値に比例した数のシリンダーを突出させることができる。

マイクロコントローラはRenesas社製R8C/29ワンチップマイクロコントローラを使用した。サーボモータにはGMS社製PICOサーボモータを使用した。

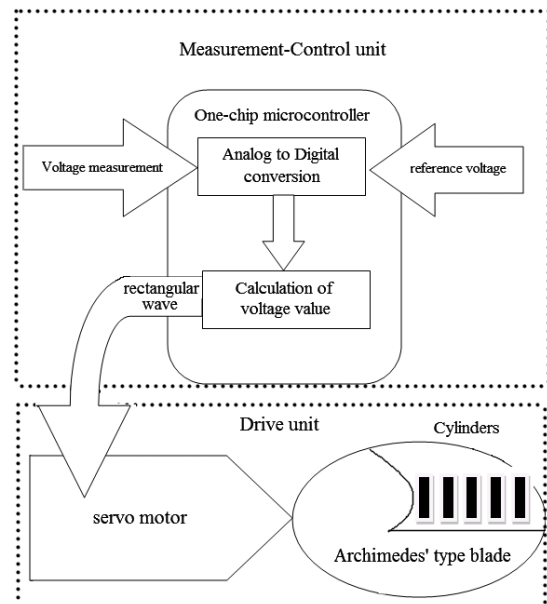


図2 開発した電圧計のブロック図

(2) サーボモータ

サーボモータにはVcc端子、GND端子、方形波入力端子の3つの端子があり、Vcc端子とGND端子を電源にし、回転角は方形波におけるパルス幅によって決定される。本研究で使用したGMS社製PICOサーボモータのパルスのデューティ比と停止角度に関しては不明であったため、実際に測定した。測定結果から、方形波のデューティ比(5%~50%)、周期15msにおいてデューティ比と回転角は比例した。

(3) 機構部と制御部

サーボモータの回転角に比例して、直線上に配置したシリンダーを上下に駆動させるため、図3の形状ブレードをCNCフライスを用いて製作した。

シリンダーは同図の点線で囲まれた部分に直線上に配置し、サーボモータの回転角に比例し1つつ押し上げていく機構である。測定電圧に比例してブレードは回転する。シリンダー一本あたりのサーボモータの回

転角は 24° である。なおシリンダーの中心間距離は 5.2 mmとした。

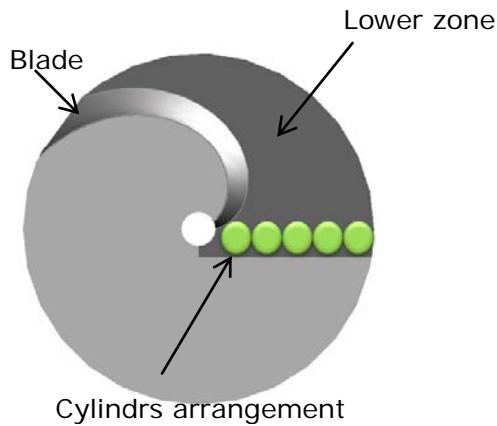


図3 ブレードとシリンダーの配置

突起駆動板でのブレードの曲線は図4に示すアルキメデス螺旋を用いた。

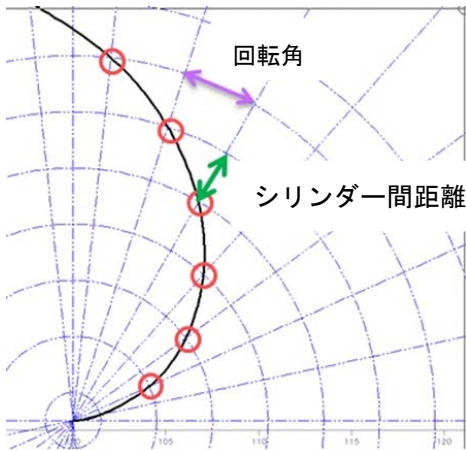


図4 アルキメデス螺旋のブレード形状

ブレードの稜線の方程式は、突起駆動板の仕様から、 r を突起駆動板中心からの距離 [mm]、 θ を移動した角度 [°] とすると次式となる。
 $r = (13/60) \cdot \theta$

図5に装置の回路図を示す。計測対象電圧は 100kΩ の抵抗で 1/2 に抵抗分圧した。測定電圧の定格は 10V であるが、HZ5C-1

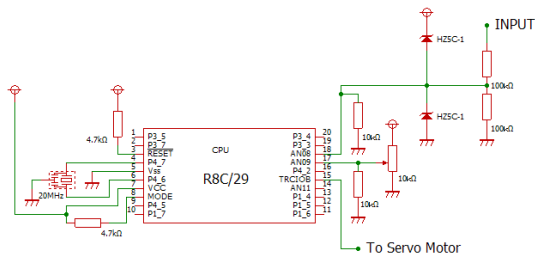


図5 装置の回路図

ツェナダイオードにより、逆方向電圧および過電圧から制御部回路を保護している。

CPU には AD 変換機能および PWM 出力を有するルネサスエレクトロニクス社 R8C/29 を採用した。なお、制御プログラムは C 言語を使用して開発した。フローチャートを図6に示す。

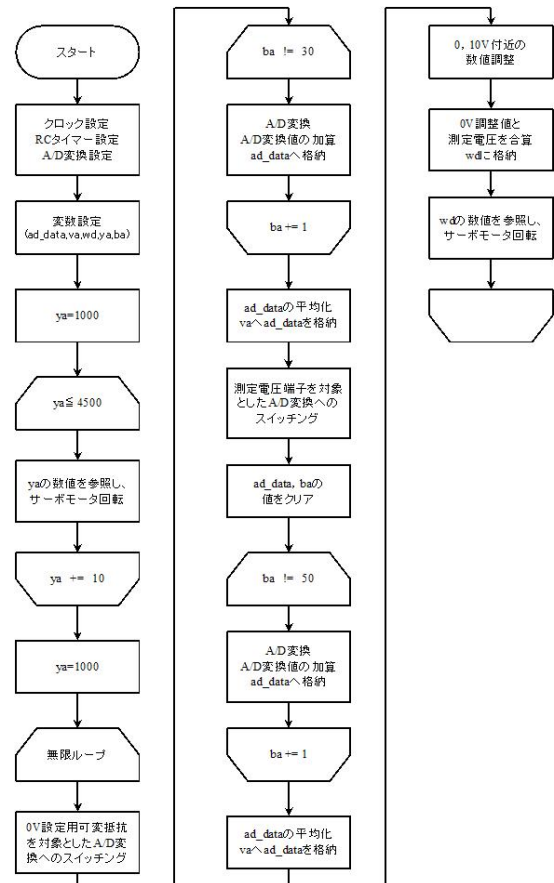


図6 システムのフローチャート

図7に完成品の外観写真を示す。



図7 完成品の外観

電圧の変化に応じて、線形にシリンダー状

の突起を出すことができた。突起物の個数が5個、ストロークは2mmとした。

(4) 装置の検証

装置の検証を茨城県立視覚特別支援学校の教員2名、生徒5名に対し行った。その結果、ストロークの距離は適切であるものの、装置表面のネジ頭が突起物と間違えやすいこと、シリンダーが半分だけ突出する場合、例えば1Vを計測するとき、基準となる高さがわからないため1Vと2Vの判断が難しいとの意見があった。今後装置表面の改良とシリンダー数が課題となる。

(5) 本装置の使用により期待できる効果

視覚特別支援学校の授業における実験では、他の人の作業を見て理解することはできないため、グループ実験は基本的には無理である。そのため、1人1セットの個別実験装置が理想となる。本装置の主要部は数百円の制御部と数千円のサーボモーターで構成されるため、1台5千円以内で製作できた。したがって、個別実験装置の構築が可能となり、視覚障がいを持つ学習者がキルヒホッフの法則など電気的な物理現象を体感的に理解することができる。

電流計および温度計の出力は基本的には電圧であるため本装置を改造することでそれらに容易に発展させることができる。温度計に発展させた場合、温度の変化の速さを連続的(アナログ的)に理解できるようになる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計3件)

①千吉良悠介・金田幸裕・佐々木孝浩・佐々木敦・佐藤英樹・榎守「視覚特別支援学校で使用する突起型電圧計の開発」, 第23回日本産業技術教育学会関東支部大会, 2011.12.11, 茨城大学

②千吉良悠介・金田幸裕・佐々木孝浩・佐々木敦・佐藤英樹・榎守「視覚特別支援学校で使用する突起型電圧計の開発」, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2011, 2011.11.4, 芝浦工業大学

③佐々木敦, 佐藤英樹, 榎守「盲学校の理科実験で使用する突起型電圧計の開発」福祉情報教育フォーラム, 2010.11.20, くまもと県民交流会館

6. 研究組織

(1)研究代表者 榎守 (SAKAKI MAMORU)
茨城大学・教育学部・教授
研究者番号: 50196060

(2)研究分担者

佐々木 敦 (SASAKI ATSUSHI)
釧路工業高等専門学校 准教授
研究者番号: 40215710

佐藤 英樹 (SATO HIDEKI)
釧路工業高等専門学校 助手
研究者番号: 20235378