

地元笠間焼陶芸家とのコラボレーション作品制作

茨城県立常陸大宮高等学校 情報技術科 倉橋 琢也

1. はじめに

生徒と地元の笠間焼陶芸家と共同で作品制作を行った。陶芸家からデッサン技術・造形技術を学び陶器を完成させたもので、その陶器の中または外に照明を取り付けた作品である。この作品は、人が近付くと明るくなり、ろうそくのように揺らぎながら光る照明になっている。一つの陶器に息を吹きかけると次々と5つある照明が消えていくようにした笠間焼陶芸用観賞システムとして完成させたものである。

本稿においては、この照明の演出方法に Arduinoマイコンを使用し、いくつかの工夫を行った点について紹介したい。

2. 笠間焼陶芸用観賞システムの仕様

笠間焼陶芸用観賞システムの仕様を次のよう

に決めた。

仕様1 100Vの電球を使用して光の調節をしたい

仕様2 光に揺らぎを与えリラックスできる光を演出したい

仕様3 作品に息を吹きかけると次々と照明が消えるようにしたい

仕様4 照明が消えた後、10秒程度でもう一度光るようにしたい

3. 設計・製作・検証

仕様で決定した内容を満たすために、Arduinoマイコンを使用して電子制御を行った。100Vの交流の電気で光の調節をするために、PCBソフトにより配線パターン図を設計し、エッチング処理を行い、はんだ付けをして、自作の電子回路を製作した。設計した電子回路を図

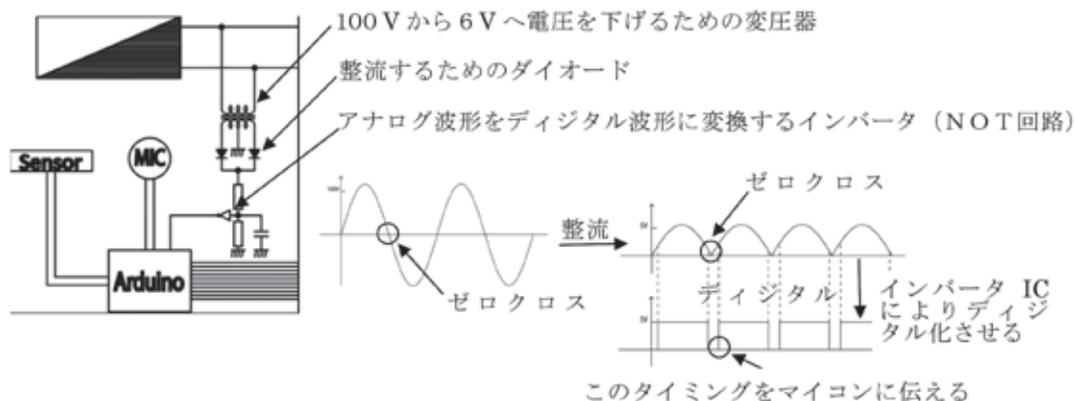


図1 ゼロクロスの点を検出するための電子回路

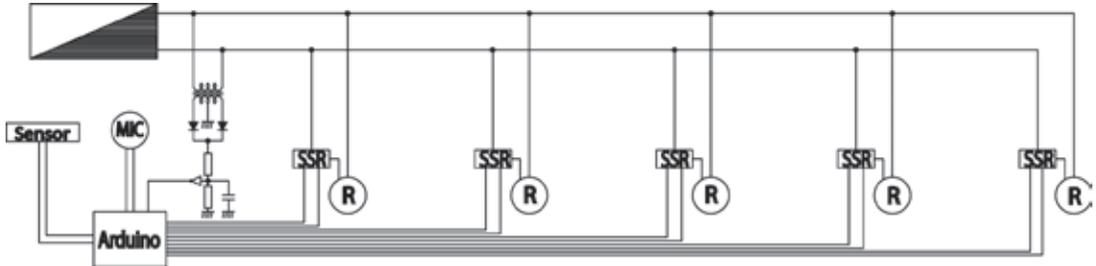


図2 笠間焼陶芸用観賞システムの回路図

1に示す。この電子回路のポイントは、交流のゼロクロスタイミングを正確にマイコンに伝える事である。この電子回路の動作が不安定だと安定した光の調節を行うことはできない。なお、この電子回路については高校で学ぶ知識で十分に設計できる内容である。

本システムの全回路図を図2に示す。

仕様を満たすためにマイコン制御を用いて、いくつかの工夫を行った。その工夫については次の通りである。

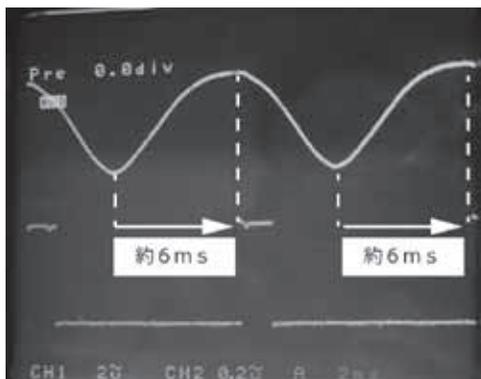
工夫1 外界に存在するノイズを利用して乱数をつくりだし、その乱数の大きさにより光の明るさをコントロールすることで、光に揺らぎを与えた。こうすることによりパターン化した単純な揺らぎにならず、より自然な光の演出を可能にすることができた。

工夫2 常にその時の環境音をサンプリングして、息を吹きかけた時の特徴に基づい

たアルゴリズムを使用することにより、大きな音により照明が消えてしまうことがなくなり、息を吹きかけた時だけ照明を消すことができた。

工夫3 人が近づくことにより光が段階的に明るくなるようにした。距離センサを用いて行っているが、ノイズの影響などで誤作動しないように、短時間に複数回の距離サンプリングを行い、その値の平均値を求めることによりノイズの影響を減らした。

100Vの照明を調光するためには、電気を流すタイミングがとても大切である。そのタイミングが思った通りに制御できているかを確認するためにオシロスコープを使用した。その時の画像が図3である。整流した正弦波の下に、短い電気が流れているが、これは光を点けるタイミングをあらわしている。このタイミングが一定していれば安定した調光を行うことができる。



左図では、ゼロクロスから約6ms遅れてから電球に電気を供給している。こうすることにより、光を薄く光らせることができる。このタイミングをもっと早くすれば明るくでき、遅くすれば暗く光らせる事ができる。

波形1は整流した波形を示している。

波形2は、マイコンから出力される信号で、この信号のタイミングで電球に電気が流れる。ゼロクロスになると必ずいったん電気は止まる。再びこの信号が出力されることにより、電球に電気が流れる。

図3 オシロスコープの画像

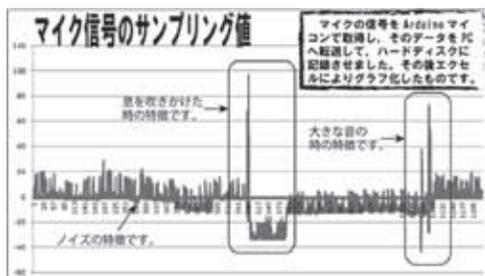


図4 マイク信号の特徴を示したグラフ

オシロスコープにより安定して調光を行っていることを確認することができた。実際の製作したシステムでは光に揺らぎをもたせるために、このタイミングが乱数により少しずつ異なることになる。

工夫2を実現するために、小型コンデンサマイクを使用している。このマイクから得られる信号をパソコンで記録し、その内容をエクセルでグラフ化したものが図4である。この特徴から分かるように息を吹きかけた後には、しばらくマイナスの値が続くことが分かる。それに比べ大きな音の場合は、瞬間的にしかマイナスにならない。この特徴をプログラムすることにより実現することができた。

4. 調光システムの原理

マイコンにより白熱電球を調光する原理について説明する。

通常の場合、白熱電球は100Vの電気により光っている。黒く塗られている部分が白熱電球に送っている電気である（図5参照）。白熱電球は安定した電気を得れば、安定した光を出し続けることができる。安定した電気とは、黒く塗られている部分の面積が半周期毎に一定で



図5 半周期毎に安定した電気量



図6 半周期毎に安定していない電気量

あることを意味する。

白熱電球の場合は、この電気量を減らせば暗くすることができる。ところで、白熱電球ではなくLEDの調光は単純に電気のONとOFFを、人間の目で点滅が認識できないぐらいの速さで繰り返すことにより、明るさを調節することができる。これをPWM制御とよんでいる。

しかしながら、交流の電気を使用している白熱電球においては、PWM制御のように高速のON・OFFだけでは調光できない。なぜならば、交流の電気は正弦波の形で送られてくるため、ある瞬間では0Vであったり、ある瞬間では60Vや100Vだったりする。そのため、適当なタイミングでONやOFFをしてしまうと白熱電球における電気量が一定しないため、白熱電球は壊れたような点滅を繰り返すことになる。例えば図6のように、ON・OFFする周期は一定だが、図に示したように半周期毎の面積が毎回異なっているため、送られる電気は安定しない。このような場合、白熱電球はお付け屋敷で使われるようなとんでもない点滅をする。

そこで、安定した電気を送りたい場合は、交流の電気（電圧）が0Vになる瞬間を見つける必要がある。一般に0Vになる瞬間をゼロクロスとよんでいる。ゼロクロスになった時から数ミリ秒だけ待つ。それから電球に電気を送れば

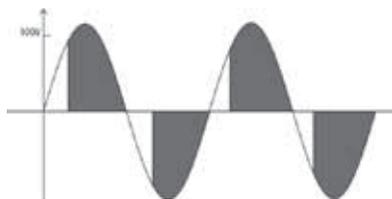


図7 調光状態の半周期毎の電気量



図8 笠間焼陶芸用観賞システム

作品に息を吹きかけると手前から順番に消灯していく。一度消えた照明は約10秒後に復帰する。

よい（図7を参照）。

このようにすることにより、安定した電気を白熱電球に送ることができる。ゼロクロスのタイミングを正確にマイコンへ伝達するための回路は図1に紹介したとおりである。

5. まとめ

人が近付くと明るく光り、明かりは揺らぎながら光る。息を吹きかけることにより光を消すことができる笠間焼陶芸用観賞システムを完成させることができた。

今回の実践では、プログラミング技術、マイコン技術、電子回路技術、電気工事、木工技術（作品を飾る台を作成した）、デッサン技術、造形技術と多くの技術を学ぶことができた。特にアイデアを形にするためには、基礎基本の知識と技術がとても大切であることを今回の取組を通して生徒たちは気づいた。

陶芸家の宮本純也さんと話している中で、100Vの電球を仕込んだ陶芸作品は法律により



図9 照明システムにより照らされた作品

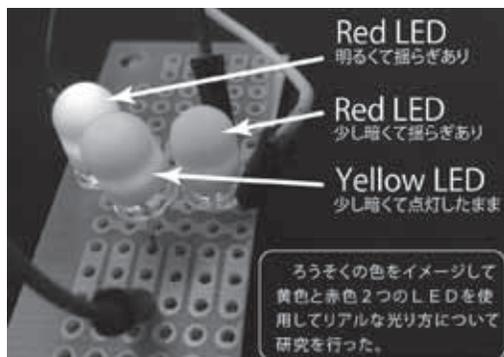


図10 ろうそくの色を演出するLED

簡単に販売できない事が分かった。そこで、LEDを使用した電飾の研究と開発にも挑戦した。その結果、黄色のLED1個と赤のLED2個を使用して、本研究で使用したノイズを利用した揺らぎを演出することにより、リアルなろうそくの明かりを再現することもできた。このLEDの照明は宮本さんから大絶賛で、是非とも陶芸に利用して販売したいとの事であった。今後は陶芸に使用しやすい形状や条件を整理して研究を重ね、是非とも販売に値するLEDの照明を製作したいと思う。

これらの取組については、茨城新聞にも紹介された。

2011年11月8日付 茨城新聞



図11 茨城新聞に取組が紹介された