

平板型電気分解泡ディスプレイ

田中 波輝

石井 綾郁

的場 やすし

椎尾 一郎

お茶の水女子大学

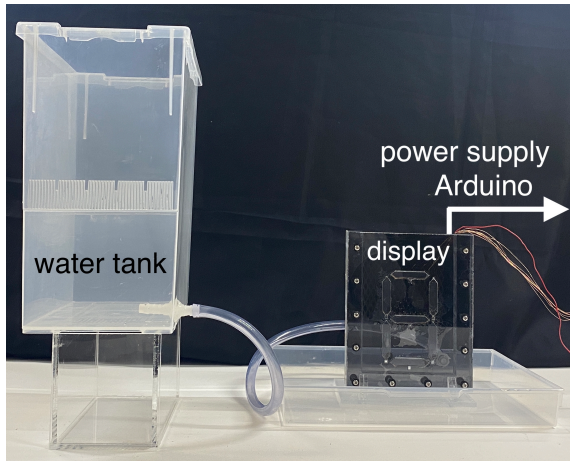


図1 提案システム概要. 左タンクから電解液を供給し、7セグメント1桁表示を行う。

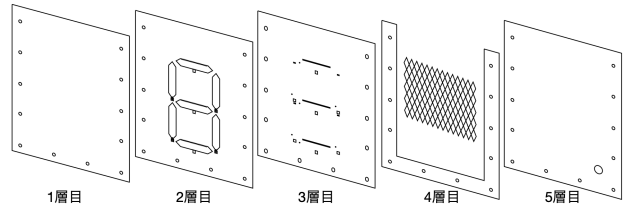


図2 平板型電気分解泡ディスプレイの内部構造. 各セグメント下部には陰極を、4層目には網状の共通陽極を設置する。

1 はじめに

近年、気泡を用いて表示する泡ディスプレイがいくつか提案されている。例えば、筆者らにより、電気分解気泡を画素として使用し、水面に情報表示するディスプレイが提案されている [2]。このディスプレイでは、カップ内の水面上に 10×10 画素のドットマトリクスパターンを表示することが可能である。

本研究では、アクリル素材のセルに電気分解気泡を閉じ込めることで平板型ディスプレイ (FPD) を実現した。積層したアクリル板 (約 $20 \text{ cm} \times 16 \text{ cm}$) 内にセルを作成し、各セルの下部に電極 (陰極) を設置する。さらに、電解液を供給し泡を排出する水路を作成することで、泡を充満させ表示を行い、これが自然に排出されることで表示の切り替えを行う。発生した気泡が速やかに排出されるよう調整することにより、従来型の水面泡表示 [2] に比べて高速 (6 秒程度の応答時間) に表示を行うことができた。またシンプルで安価な構成であるため、さらなる大型化にも容易に対応できる。

2 関連研究

気泡を用いて絵や文字を表示するデバイスが多数開発されている。The Information Percolator は、水を満たした透明パイプ群中を上昇する泡を用いたディスプレイである [1]。この研究では、表示用の気体の供給・制御のため、コンプレッサや電磁バルブのような可動部品を使用しているため機構が複雑で大掛かりになる。この問題を解決するために、電気分解を利用した泡ディスプレイが提案されている [2]。表示用の気体を電気分解により生成するため、外部からの気体の供給が不要で、可動部

分を省いた低コストな泡ディスプレイを実現可能である。一方で、発生した泡の自然消失には 1 分程度の時間を要する。また、水面に集まる泡により画素を形成しているため、輪郭のはっきりしたセグメント表示には不向きである。そこで、本研究では地平と垂直の平板型泡ディスプレイを提案し、7セグメント数字表示を試作した。ここでは、気泡の浮力を利用して画素セグメント内から泡が速やかに排出される機構を実現し、水面泡表示に比べて 10 倍以上高速な表示消去速度を達成した。

3 平板型電気分解泡ディスプレイ

図 1 に平板型電気分解泡ディスプレイの概要を示す。本システムは、ディスプレイ本体、水槽、Arduino UNO、電源装置、PC から構成される。表示を行う際には、アクリル板内と水槽を後述する電解液で満たす。

3.1 アクリル板積層構造

ディスプレイ本体は 5 層のアクリル板 ($20 \text{ cm} \times 16 \text{ cm}$) で構成されている (図 2)。2, 3 層目は 2 mm 厚のアクリル板を、それ以外は 5 mm 厚のアクリル板を使用している。1 層と 5 層は、それぞれ前面と背面のカバーであるが、5 層目には水槽と接続するチューブ接続用の穴が開いている。2 層目にセルが形成されており、この中に泡を貯める。3 層目はセルへ水を供給する水路が形成されており、4 層目が貯水部となっている。

2 層目には 7 セグメントパターンに切り抜かれたセルが形成されている。横長のセグメントの大きさは高さ 1 cm 幅 5 cm であり、縦長のセグメントは横長のセグメントを 90° 回転させたものと同形である。横セグメント下部にある凸部分 (高さ 4 mm 幅 3 mm) と、縦セグメント下部にある凸部分 (高さ 3 mm 幅 3 mm) へは、後述する 3 層目の穴を経由して、貯水槽である 4 層目から水路が形成される。

3 層目は主に水路として機能する層であり、2 層目のセグメント内に電解液を供給するための穴 (横セグメント: 高さ 4 mm 幅 3 mm, 縦セグメント: 高さ 3 mm 幅 3 mm) と、セグメント内に発生した気泡を排出するための穴 (横セグメント: 高さ 0.8 mm 幅 3.7 mm, 縦セグメント: 高さ 0.8 mm 幅 2.5 mm) が形成されている。

4 層目は電解液を溜める貯水槽として機能する。また、2 層目のセグメント内に発生した気泡が 3 層目の水路を

Flat Panel Display using Electrolysis Bubbles
Namiki TANAKA Ayaka ISHII Yasushi MATOBA Itiro SHIO
Ochanomizu University

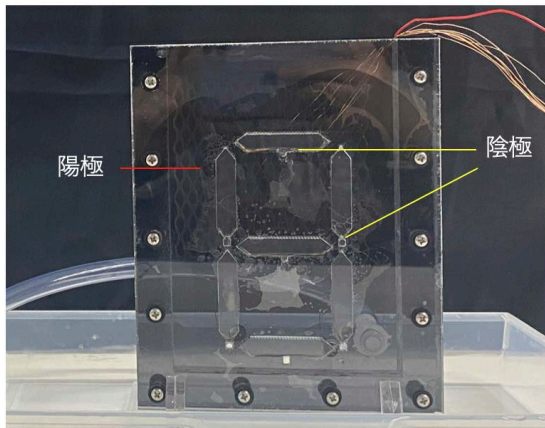


図3 7セグメントディスプレイ

通り、最終的に排出される場所としても機能する。
 3層目以外は透明アクリル板を使用し、3層目は全光線透過率19%のスモーク透明アクリル板を使用した。これは、泡表示と背景のコントラストを上げると同時に、背景がある程度透ける効果により、生活環境に溶け込んだ表示を実現するためである。

3.2 電極と駆動回路

図3に電極の配置を示す。電気分解で気泡を発生させるためにアクリル板2層目のセグメント空間下部にセグメントの下辺に沿った形をした銅線の陰極を配置した。裸銅線はヤスリで表面を削ることで、発生する気泡が拡散するよう工夫している。これにより細かな泡が発生しやすくなり、乱流によりセグメント内が白く濁る効果が得られ、表示コントラストが向上する。さらに、横セグメントに関しては上辺を凹凸形状にして白濁を促した。
 セグメント裏のアクリル板4層目の貯水槽には共通陽極を配置した。陽極には、電気メッキで一般的に使用される10 cm×10 cmのラス網状のチタン製白金メッキ電極を使用した。

図4に電極駆動回路を示す。7個の画素表示用電極は、MOSFETを介してArduino UNOに接続した。また安定化電源装置を用意し、正出力を共通陽極に、負の出力を接地に接続した。MOSFETが活性化すると対応する電極が接地され、陰極として機能し、その電極から水素が発生する。

3.3 電解液

本研究では、飲用可能な電解液を使用した先行研究 [2] とは異なり、電解液には水に硫酸ナトリウム (4% w/v) と洗剤¹ (0.2% w/v) を添加した水溶液を使用している。
 硫酸ナトリウムを使用することで、重曹の場合よりも溶液の電気抵抗値を低下させることができる。また洗剤は、水の表面張力を弱め、発生した泡を消えづらく長持ちさせるために使用した。また、洗剤を加えることで泡同士の結合が抑えられ、セグメント内の泡が3層目の細かい水路から排出されやすくなった。

¹JOY, 台所用合成洗剤

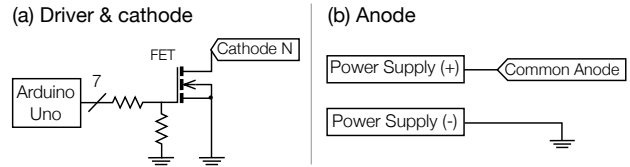


図4 回路図. セグメント用陰極は Arduino 制御し、共通陽極は電源から直結。

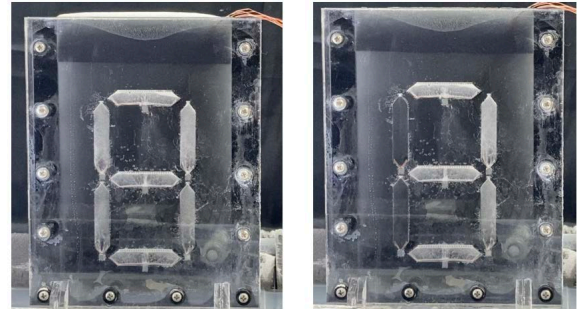


図5 (左) 泡表示例「8」。(右) 泡表示例「3」。

3.4 カウントアップデモ

提案ディスプレイで数字をカウントアップ表示するデモプログラムを実装した。一つの数字を表示するための通電時間、および表示画を消すための通電停止時間はそれぞれ6秒に設定した。
 このプログラムを使用し、「8」と「3」を表示した例を図5に示す。電源装置の設定電圧は30Vとし、2.7A以下では定電圧モード、これを超える場合は定電流モードになるよう設定した。そのため、「1」の表示では、印加電圧30V、電流2Aで動作したものの、「3」の表示では、18V、2.7Aで動作し、「8」の表示では、16V、2.7Aで動作した。
 この設定で、最適な通電時間、停電時間を視認で探した結果、電流を流してからそれぞれの数字が視認性良く表示されるまでの時間と、電流停止後に数字が消えるまでの時間は、それぞれ6秒であった。
 定電流モードでは、活性化されたセグメント数に関わらず総電流が一定になるため、数字ごとに表示濃度が変動していた可能性がある。今後は、電源設定、表示時間の調整などを行なって、表示品質の向上を図りたい。

4 まとめ

本研究では、アクリル素材のセルに電気分解気泡を閉じ込めることで、7セグメント表示が可能な平板型ディスプレイを実現した。発生した気泡が速やかに排出されるような機構を開発し、6秒程度の応答時間で表示が可能な電解気泡表示を実現した。今後は、表示桁数を増やすほか、セグメント形状工夫することでアイコン表示なども試みたい。

参考文献

[1] J. M. Heiner, S. E. Hudson, and K. Tanaka. The Information Percolator: Ambient Information Display in a Decorative Object. In Proc. of UIST '99, pp. 141-148, 1999.
 [2] A. Ishii and I. Sii. BubBow: Display Vessel Using Electrolysis Bubbles in Drinkable Beverages. In Proc. of UIST '19, pp. 619-623, 2019.