

減算基板のリバーエンジニアリング

学籍番号:22120

組番号:222

名前: 塚田 勇人

2025 年 1 月 29 日

報告者	22120 222 塚田 勇人
共同実験者	22192 234 山本 悠介 22060 211 古城 隆人
担当者	楡井 雅巳 藤澤 義範 力丸 彩奈 村田 雅彦 富岡 雅弘
実験年月日	2024 年 11 月 22 日 天気: 曇り 気温:21.1 °C 湿度 38% 2024 年 12 月 6 日 天気: 曇り 気温:21.8 °C 湿度 35%
提出期限	2024 年 11 月 21 日 17:00
提出日	2025 年 1 月 29 日

1 目的

電子天秤の作成のために、減算基板のリバースエンジニアリングを行い、基板の回路図を作成する。リバースエンジニアリングとは、製品の作業工程の反対をたどって、製品の構造や仕組みについて考えることである。そのために、減算基板の動作を確認して、マルチテスタを用いて、実際の回路を探索する。そして、探索して得られた情報をもとに、回路図を作成する。その過程を通して、減算基板についての理解を深めることが目的である。

2 原理

3 実験環境

本実験では、減算基板のリバースエンジニアリングを行う。減算基板に関する基本的な知識や使われている電子部品について説明する。

3.1 減算基板

減算基板は、複数の入力信号から 1 つの信号を選択して出力する基板である。真理値表を表 1 に示す。

表 1: 減算基板の真理値表

SW0	SW1	OUT	EN
0	0	*	0
0	1	B	1
1	0	C	1
1	1	A	1

3.2 74LS シリーズ IC

今回の実験で用いる IC のそれぞれの機能やピンアサインについて説明する。本実験では、74LS シリーズの IC を用いる。74LS シリーズは、バイポーラトランジスタを用いて構成されている。

3.2.1 74LS04

SN74LS04N とは、NOT ゲートを 6 つ内蔵した IC である。NOT ゲートは、入力された信号を反転させる回路である。

3.2.2 SN74LS08

SN74LS08N とは、AND ゲートを 4 つ内蔵した IC である。AND ゲートは、入力された信号がすべて High のときに High を出力する回路である。

3.2.3 SN74LS32

SN74LS32N とは、OR ゲートを 4 つ内蔵した IC である。OR ゲートは、入力された信号のうち 1 つでも High があれば High を出力する回路である。

3.2.4 SN74LS86

SN74LS86N とは、XOR ゲートを 4 つ内蔵した IC である。XOR ゲートは、入力された信号が異なるときに High を出力する回路である。

3.2.5 HD74LS83AP

HD74LS83A は、4 ビットの 2 進加算のできる全加算器が内蔵された IC である。各ビットの和が Σ 出力として得られ、4 ビット目の出力からの桁上信号が C_4 出力に得られる。5 番ピンに VCC、12 番ピンに GND が接続されている。

3.3 セラミックコンデンサ

セラミックコンデンサは、セラミックを絶縁体として用いたコンデンサである。このコンデンサは無極性であるため、接続時に極性を気にする必要がない。主にノイズ処理の役割でバイパスコンデンサとして使用される。

3.3.1 バイパスコンデンサ

バイパスコンデンサとは、回路を誤動作から守るために使用されるコンデンサのことである [1]。バイパスコンデンサの接続方法について説明する。今回の基板に実装されているバイパスコンデンサは、IC の電源端子と GND 端子の間に接続されている。この接続方法には、IC 内部のスイッチング時に発生したノイズを外に出さない働きがある [1]。

3.4 マルチテスタ

今回のようにアナログマルチテスタを使用する場合は抵抗値の測定をするときに $0\ \omega$ 調整をする必要がある。回路の探査をする際には、マルチテスタを導通確認モードにして減算基板の回路の調べたい場所にテスタの端子を当て、どこが導通しているかを確認する。

4 実験方法

減算基板のリバースエンジニアリングを行うための実験方法について説明する。

4.1 実験に用いた機器

今回の課題に用いた機器や電子部品について表 2 と表 3 に示す.

表 2: 実験に用いた機器

器具名	製造元	計器番号
マルチテスター	NISHIZAWA	MODEL 5220
AC アダプタ	Fksystem	GF12-US0520
IC 取り外し器	Sunhayato	MODEL GX-3

表 3: 実験に用いた電子部品

部品名	諸元	個数	部品記号
炭素被膜抵抗	1[k Ω]	1	R1
炭素被膜抵抗	10[k Ω]	1	R2
集積回路 (IC)1	SN74LS04N	1	IC1
集積回路 (IC)2	SN74LS08N	2	IC2~IC3
集積回路 (IC)3	SN74LS32N	1	IC4
集積回路 (IC)4	HD74LS83AP	1	IC5
集積回路 (IC)5	SN74LS86N	3	IC6~IC8
ピンヘッダ	2 \times 7 ピン	2	PH1~PH2
LED	赤	1	LED1
セラミックコンデンサ	0.1[μ F]	8	C1~C8

4.2 動作確認

まずは減算基板の動作を調べる. 減算基板の IC ソケットに場所や向き間違えたり, IC の足を折ったりしないように気をつけながら IC をはめ込む. 動作確認用減算基板と動作確認用セレクト基板, 動作確認用入力基板, 動作確認用 7 セグメント, AC アダプタを取り付け, 基板の動作を確認する. 接続すると図 1 のような回路ができる. そして, 減算基板の動作を真理値表にまとめると表 4 のようになる.

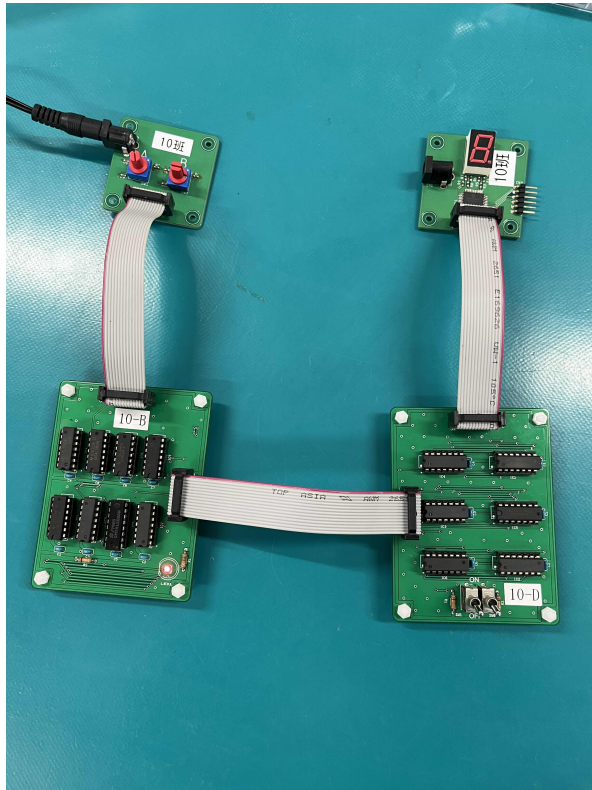


図 1: 動作確認用基板の接続図

表 4: 減算基板の真理値表

入力 A,B の関係	出力 C	LED の状態
$A \geq B$	$A - B$	点灯
$A < B$	$B - A$	消灯

4.3 回路の予想

基板の実際の動作や全加算器，半加算器の回路の知識をもとに，減算基板の回路を予想する．原始的な半加算器の図を図 2 に示す．

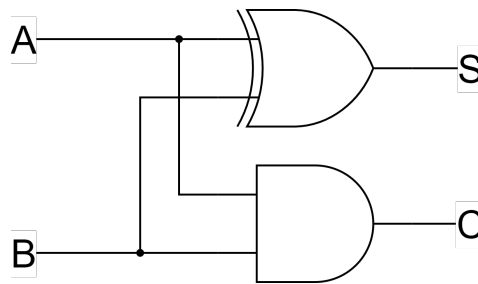


図 2: 半加算器の図

4.4 回路の探査

次に，マルチテスタを用いて，減算基板の回路を探査する．このとき，AC アダプタを外してから探査を行う必要があるので忘れずに行う．AC アダプタを外すことで短絡事故を防ぐことができる．また，IC が取り付けがあると調べづらいので，IC をソケットから外して探査を行う．IC を取り外す際には，IC 取り外し器を用いて IC をソケットから外す．

4.5 回路図の作成

得られた情報をもとに回路図を作成する．IC の対応するピン番号や部品の接続方法に注意して作成する．

5 実験結果

リバースエンジニアリングによって得られた情報から作成したセクタ基板の回路図を図 3 に示す．部品記号は，表 3 に対応している．バイパスコンデンサは，それぞれの IC の電源端子と GND 端子の間に並列に接続されている．

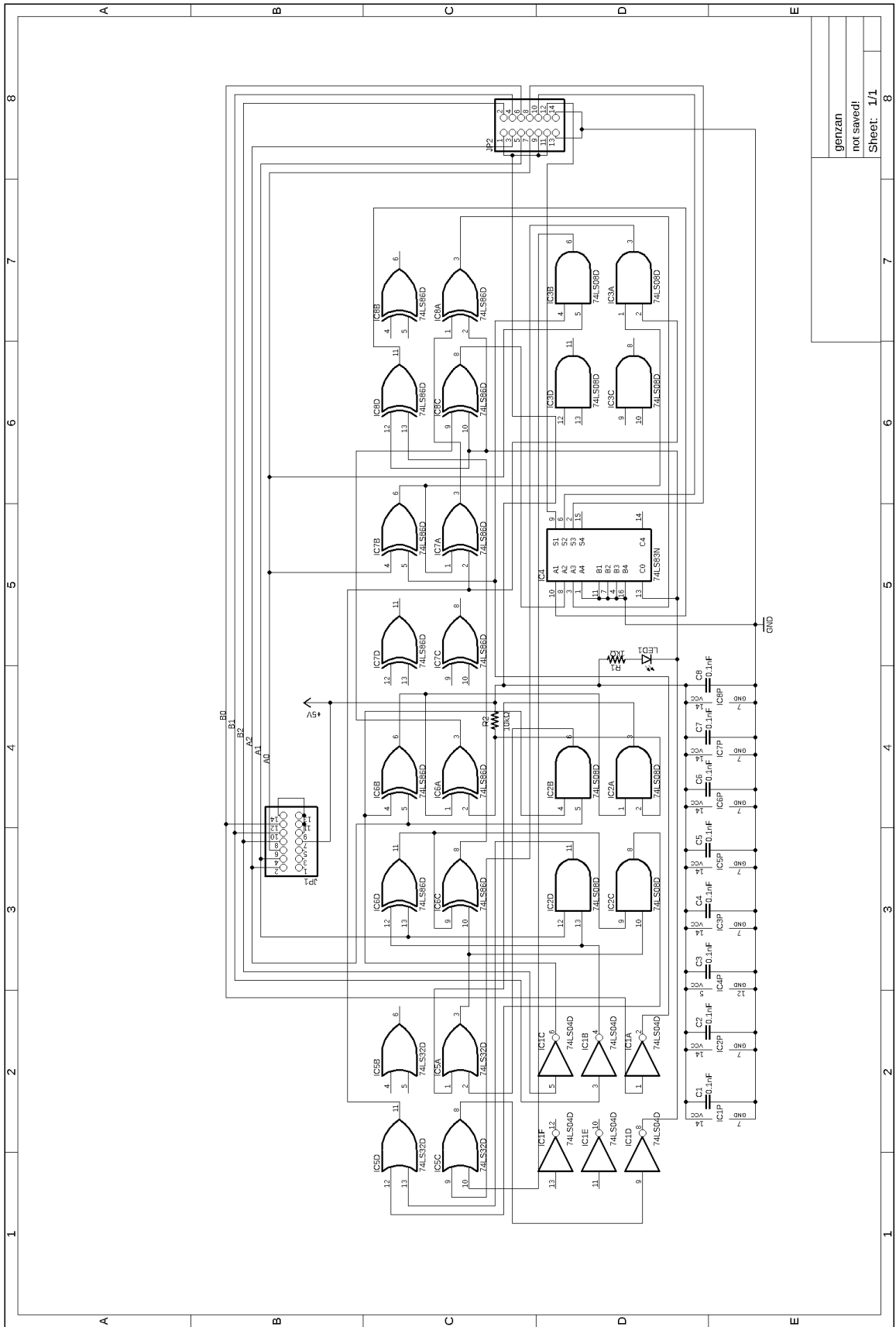


図 3: 減算基板の回路図

6 考察

減算基板の動作の確認から，探査を経て回路図を作成することができた．減算基板のリバースエンジニアリングを通じて，基板の動作や構造を深く理解することができた．また，マルチテスタを用いた回路の探査の過程では，内部回路の予想と照らし合わせて考えることが非常に有効であった．リバースエンジニアリングは，電子機器の内部構造を学ぶ上で有効な手法であり，本実験を通して得られた知識は今後の回路設計や電子機器の開発に役立つと考える．

参考文献

- [1] 湯山 俊夫 著，『ディジタル回路の設計』，CQ 出版株式会社，pp.33-35，(1998 年 第 19 版)
- [2] ルネサス，HD74LS83AP，データシート (2005/06/24)