

ブリッジ抵抗型センサ用 フラッシュメモリ内蔵センスアンプIC MB42M101

ブリッジ抵抗型センサの差電圧を検出・増幅出力するセンスアンプICです。低ノイズ・高ゲインの検出回路，単層ポリシリコンフラッシュメモリと温度センサを内蔵し，検出回路のゲインとオフセットを指定温度毎に補正できます。

概要

近年のMEMS技術の進歩により，加速度や圧力用小型センサの開発が進んでいます。これらMEMSセンサは小型化の反面，出力信号が微小であること，製造バラツキや温度変化による誤差を持つなどの欠点も持っています。そのため，センサの検出回路には微小信号を増幅すると同時にデータを補正することが求められています。

今回，当社ではこれらの要求に応えるため，低ノイズおよび高ゲインの検出回路，単層ポリシリコンフラッシュメモリと温度センサを内蔵し，検出回路のゲインとオフセットを指定温度毎（ $-40 \sim +85$ 時，10 毎12ポイント）に補正できるMB42M101を開発しました。

本製品は，ブリッジ抵抗型センサの差電圧を検出・増幅出力するセンスアンプICです。検出回路とセンサ駆動用定電流源を各3回路内蔵しており，3軸ビエゾ抵抗型加速度センサなどの検出回路等に使用できます。

図1にセンサ全体の概要図を示します。

本製品は単層ポリシリコン・フラッシュメモリテクノロジーを用いており，フラッシュメモリを内蔵しています。このフラッシュメモリは， $-40 \sim +85$ の範囲で10 毎に12ポイント分の検出回路補正データを書き込む領域を持っています。センサと組み合わせたモジュール状態で温度補正データをメモリに書き込んでおけば，現在の温度状態を内部温度センサで感知し，温度補正データをメモリから読み出して補正し，モジュール全体の温度特性を調整することが可能です。

特長

- メモリ(1280ビット)を内蔵したCMOSプロセスを採用
- 電源電圧：標準5.0V
- 電源電流： $I_{CC} = 3\text{mA}$
- 温度動作範囲： $T_a = -40 \sim +85$

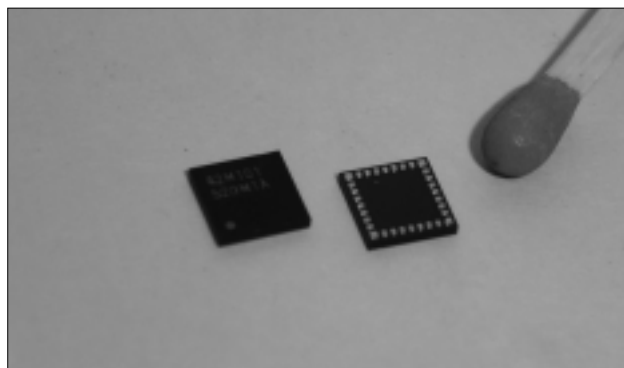


写真1 外観

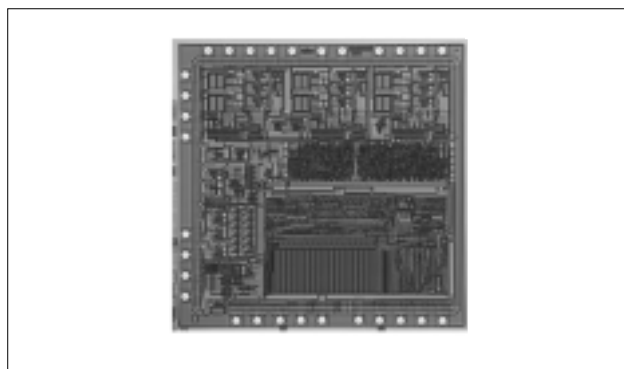


写真2 チップ

機能

- 検出回路：3 回路内蔵
- センサ駆動用定電流源回路：3 回路内蔵
- 検出回路はホイートストンブリッジ抵抗型センサの差電圧を増幅してアナログ出力
- フラッシュメモリ機能内蔵により次の機能を保有
- ・ 検出回路
 - ・ 各チャンネルのゲイン調整機能付き
入力段：3ビット 出力段：5ビット
 - ・ 各チャンネルのオフセット調整機能付き
入力段：7ビット 出力段：4ビット
 - ・ 各チャンネルのゲイン・オフセット温度変化の調整機能付き
X, Y, Z軸：12ポイント/10 ステップ
 - ・ センサ駆動用定電流源回路一括調整機能
レンジ設定：3ビット + 微調整：5ビット
- ・ 温度センサ回路内蔵
 - ・ アナログDC電圧出力
 - ・ デジタル温度レンジデータ出力(ヒステリシス付き)
- 省電力機能付き
- パッケージ：BCC-32P

表 1 に主な仕様を、図 2 に端子配列図を、図 3 にブロック図を示します。

本製品は次の機能ブロックで構成されています。

● 検出回路

ホイートストンブリッジ型センサの差電圧を検出、増幅、補正して出力します。ゲインは240～2,860倍まで(入力側：5～33倍, 出力側：48～86.8倍)最大256階調に設定できます。また、オフセットも調整手段を持っており、出力電圧を調整できます。検出回路は3回路分内蔵しており、それぞれ独立制御できます。

表 2～4 に検出回路の設定表を示します。

● 単層ポリシリコンフラッシュメモリ

汎用フラッシュメモリより低コストで、低電流動作が可能な単層ポリシリコンフラッシュメモリ 1,280ビットを内蔵しています。内蔵している検出回路のゲイン設定とオフセット設定に加え、モジュールユーザの書き込み領域も確保しており、ユーザ独自の情報を記録して製品管理することもできます。

図 1 センサ全体概要図

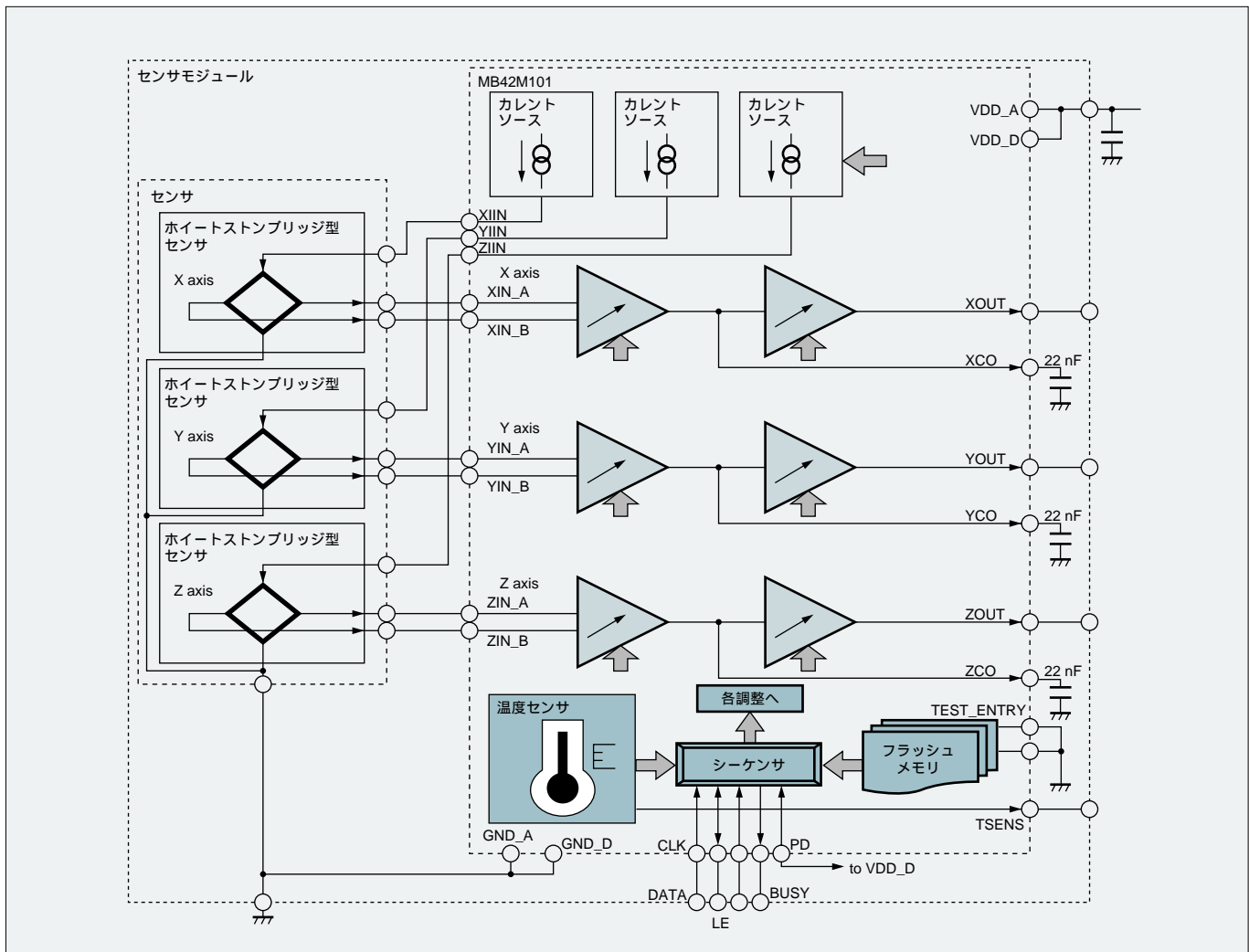


表 1 主な仕様

プロセステクノロジー	CMOS 0.50 μm
動作電圧	3.0V ~ 5.5V(標準 5.0V)
検出回路ゲイン調整	240 ~ 2,860倍(2段構成) 入力段 : 5倍 ~ 33倍(3ビット) 出力段 : 48倍 ~ 86.8倍(5ビット)
検出回路オフセット調整	入力段 : 2.0 ~ 3.2V 10mVstep(7ビット) 出力段 : 2.19 ~ 2.79V 40mVstep(4ビット)
検出回路動作帯域	DC ~ 10kHz
検出回路静止ノイズ	10mVp-p (ゲイン1,008倍設定時 帯域DC ~ 700Hz)
動作温度範囲	- 40 ~ 85
温度補正におけるレンジ幅	設定温度範囲内で12ポイント - 40 ~ 85 時約10 step, ヒステリシス機能あり
定電流源, 選択範囲	35 ~ 520 μA
出荷形態	プラスチックBCC-32ピン

図 4 にメモリマップを示します。00h ~ 57hは各回路の動作状態を示すレジスタ用に割り当てられた空間です。58h ~ FFhは書換え可能なフラッシュメモリの空間です。

●温度センサ回路

アナログ電圧出力(4mV/)に加え, 設定温度ごとのデジタル出力が可能な温度センサを内蔵しています。

3回路分12温度ポイントの検出回路の設定温度データをフラッシュメモリに書き込むことで, 温度センサが使用状態の温度を感知し, メモリから検出回路の補正データを読み込んで自動補正します。温度検出にはヒステリシス機能を持たせており, 検出温度切替わり付近での誤動作を防いでいます。

図 5 に切替わり温度とヒステリシス特性を示します。

●センサ駆動用定電流源

外付けホイートストンブリッジ型センサを駆動する定電流源回路です。3回路分内蔵しており, 3回路一括調整することができます。また, 50 ~ 400 μAまで50 μAステップで粗調整ができます。微調整として粗調整の ± 30%を 2 %ステップで調整できます。トータルとして最大248階調から最適な電流値を選択できます。

表 5 にセンサ駆動用定電流源の設定表を示します。

●基準電圧源

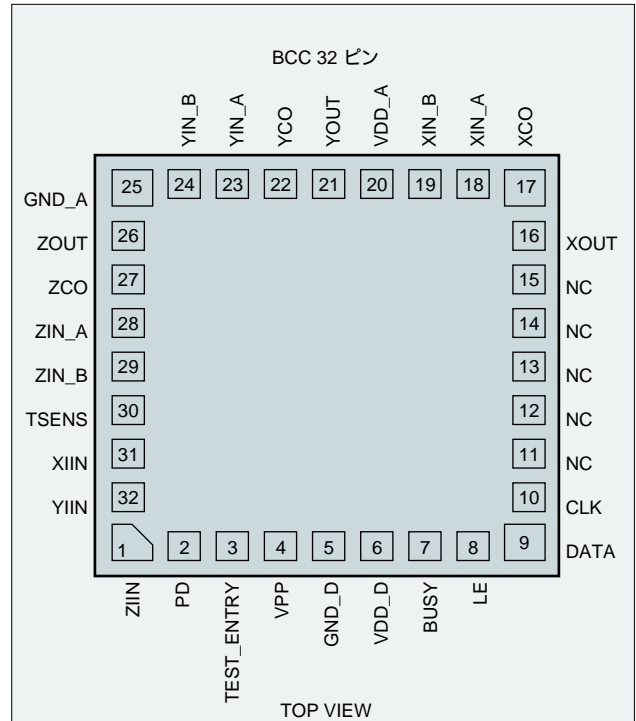
内部基準電圧を発生する基準電圧源を内蔵しています。

●補正機能について

図 6 に補正特性のイメージ図を示します。

図 6 - のようにセンサ単体の感度, オフセットが温度依存を持っていると仮定します。センサ自体の感度の絶対値は非常に小さく, 検出回路でゲイン倍(約1,000倍)して出力することになります。この時にセンサ自体のオフセット電圧もゲイン倍されてしまうため, ICの出力は大きく影響を受けます。このため, 使用温度範囲を10 毎12ポイントに区切り, その温度の間で適切な補正を行うことで, IC出力では図 6 - のような感度とオフセットの温度特性に補正することが可能です。

図 2 端子配列図



ピンNo.	端子名	端子説明
1	ZIIN	Z軸ブリッジ電流入力
2	PD	パワーダウン制御端子
3	TEST_ENTRY	試験端子
4	VPP	試験端子
5	GND_D	デジタルグランド端子
6	VDD_D	デジタル電源端子
7	BUSY	内部論理回路動作確認
8	LE	書き込み制御入力(latch & write start)
9	DATA	書き込み / 読出しデータ入出力
10	CLK	書き込み制御入力(クロック)
11	NC	未接続
12	NC	未接続
13	NC	未接続
14	NC	未接続
15	NC	未接続
16	XOUT	X軸出力
17	XCO	X軸アンプ中間点出力
18	XIN_A	X軸ブリッジ入力A
19	XIN_B	X軸ブリッジ入力B
20	VDD_A	アナログ電源端子
21	YOUT	Y軸出力
22	YCO	Y軸アンプ中間点出力
23	YIN_A	Y軸ブリッジ入力A
24	YIN_B	Y軸ブリッジ入力B
25	GND_A	アナロググランド端子
26	ZOUT	Z軸出力
27	ZCO	Z軸アンプ中間点出力
28	ZIN_A	Z軸ブリッジ入力A
29	ZIN_B	Z軸ブリッジ入力B
30	TSENS	温度センサ出力
31	XIIN	X軸ブリッジ電流入力
32	YIIN	Y軸ブリッジ電流入力

図3 ブロック図

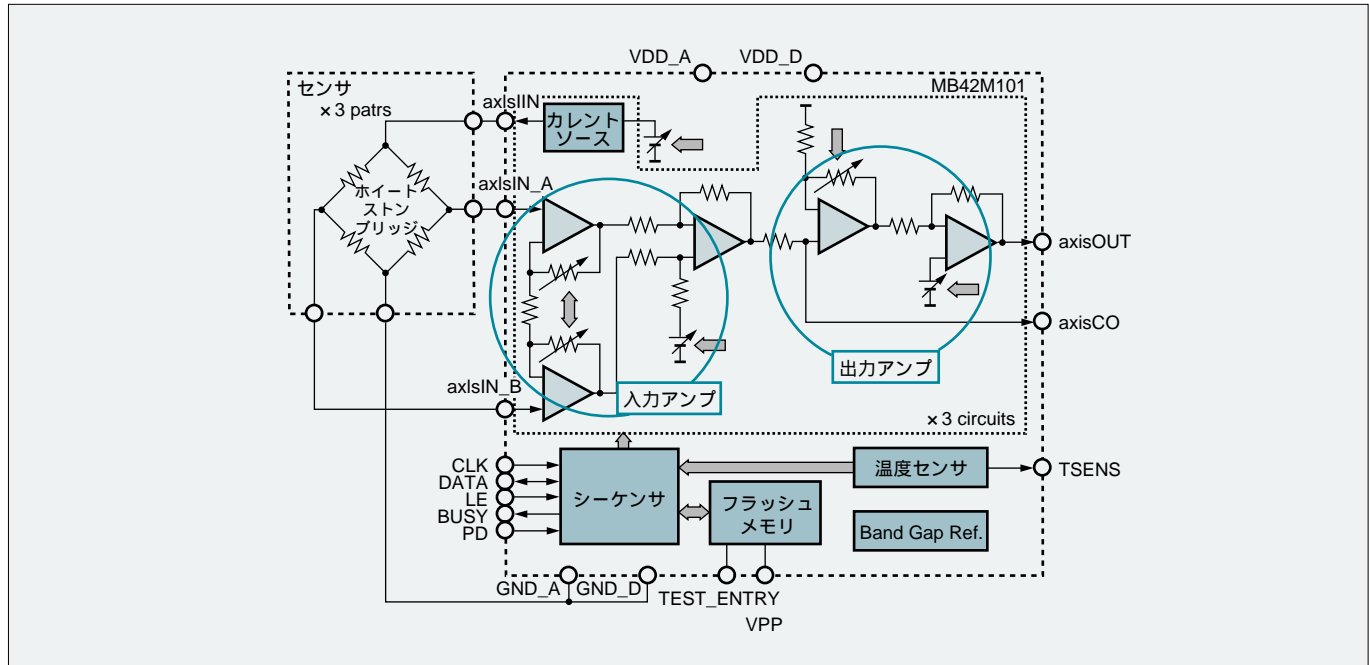


表2 検出回路 設定表 (入力段)

in gain tuning
gain step = 4

bit	gain
2 1 0	5
0 0 0	9
0 0 1	13
0 1 0	17
0 1 1	21
1 0 0	25
1 0 1	29
1 1 0	33

in offset tuning
offset step = 9.45mV

bit	offset (V)
6 5 4 3 2 1 0	2.000
0 0 0 0 0 0 0	2.009
0 0 0 0 0 0 1	2.019
0 0 0 0 0 1 0	2.028
0 0 0 0 0 1 1	2.038
0 0 0 0 1 0 0	2.047
0 0 0 0 1 0 1	2.057
0 0 0 0 1 1 0	2.066
0 0 0 0 1 1 1	2.076
0 0 0 1 0 0 0	2.085
0 0 0 1 0 0 1	2.095
0 0 0 1 0 1 0	2.104
0 0 0 1 0 1 1	2.113
0 0 0 1 1 0 0	2.123
0 0 0 1 1 0 1	2.132
0 0 0 1 1 1 0	2.142
0 0 0 1 1 1 1	2.151
0 0 1 0 0 0 0	2.161
0 0 1 0 0 0 1	2.170
0 0 1 0 0 1 0	2.180
0 0 1 0 0 1 1	2.189
0 0 1 0 1 0 0	2.198
0 0 1 0 1 0 1	2.208
0 0 1 0 1 1 0	2.217
0 0 1 0 1 1 1	2.227
0 0 1 1 0 0 0	2.236
0 0 1 1 0 0 1	2.246
0 0 1 1 0 1 0	2.255
0 0 1 1 0 1 1	2.265
0 0 1 1 1 0 0	2.274
0 0 1 1 1 0 1	2.284
0 0 1 1 1 1 0	2.293

続く

続き

bit	offset (V)
6 5 4 3 2 1 0	2.302
0 1 0 0 0 0 0	2.312
0 1 0 0 0 0 1	2.321
0 1 0 0 0 1 0	2.331
0 1 0 0 0 1 1	2.340
0 1 0 0 1 0 0	2.350
0 1 0 0 1 0 1	2.359
0 1 0 0 1 1 0	2.369
0 1 0 0 1 1 1	2.378
0 1 0 1 0 0 0	2.387
0 1 0 1 0 0 1	2.397
0 1 0 1 0 1 0	2.406
0 1 0 1 0 1 1	2.416
0 1 0 1 1 0 0	2.425
0 1 0 1 1 0 1	2.435
0 1 0 1 1 1 0	2.444
0 1 0 1 1 1 1	2.454
0 1 1 0 0 0 0	2.463
0 1 1 0 0 0 1	2.473
0 1 1 0 0 1 0	2.482
0 1 1 0 0 1 1	2.491
0 1 1 0 1 0 0	2.501
0 1 1 0 1 0 1	2.510
0 1 1 0 1 1 0	2.520
0 1 1 0 1 1 1	2.529
0 1 1 1 0 0 0	2.539
0 1 1 1 0 0 1	2.548
0 1 1 1 0 1 0	2.558
0 1 1 1 0 1 1	2.567
0 1 1 1 1 0 0	2.576
0 1 1 1 1 0 1	2.586
0 1 1 1 1 1 0	2.595

続く

続き

bit	offset (V)
6 5 4 3 2 1 0	2.605
1 0 0 0 0 0 0	2.614
1 0 0 0 0 0 1	2.624
1 0 0 0 0 1 0	2.633
1 0 0 0 0 1 1	2.643
1 0 0 0 1 0 0	2.652
1 0 0 0 1 0 1	2.662
1 0 0 0 1 1 0	2.671
1 0 0 0 1 1 1	2.680
1 0 0 1 0 0 0	2.690
1 0 0 1 0 0 1	2.699
1 0 0 1 0 1 0	2.709
1 0 0 1 0 1 1	2.718
1 0 0 1 1 0 0	2.728
1 0 0 1 1 0 1	2.737
1 0 0 1 1 1 0	2.747
1 0 0 1 1 1 1	2.756
1 0 1 0 0 0 0	2.765
1 0 1 0 0 0 1	2.775
1 0 1 0 0 1 0	2.784
1 0 1 0 0 1 1	2.794
1 0 1 0 1 0 0	2.803
1 0 1 0 1 0 1	2.813
1 0 1 0 1 1 0	2.822
1 0 1 0 1 1 1	2.832
1 0 1 1 0 0 0	2.841
1 0 1 1 0 0 1	2.851
1 0 1 1 0 1 0	2.860
1 0 1 1 0 1 1	2.869
1 0 1 1 1 0 0	2.879
1 0 1 1 1 0 1	2.888
1 0 1 1 1 1 0	2.898

続く

続き

bit	offset (V)
6 5 4 3 2 1 0	2.907
1 1 0 0 0 0 0	2.917
1 1 0 0 0 0 1	2.926
1 1 0 0 0 1 0	2.936
1 1 0 0 0 1 1	2.945
1 1 0 0 1 0 0	2.954
1 1 0 0 1 0 1	2.964
1 1 0 0 1 1 0	2.973
1 1 0 0 1 1 1	2.983
1 1 0 1 0 0 0	2.992
1 1 0 1 0 0 1	3.002
1 1 0 1 0 1 0	3.011
1 1 0 1 0 1 1	3.021
1 1 0 1 1 0 0	3.030
1 1 0 1 1 0 1	3.040
1 1 0 1 1 1 0	3.049
1 1 0 1 1 1 1	3.058
1 1 1 0 0 0 0	3.068
1 1 1 0 0 0 1	3.077
1 1 1 0 0 1 0	3.087
1 1 1 0 0 1 1	3.096
1 1 1 0 1 0 0	3.106
1 1 1 0 1 0 1	3.115
1 1 1 0 1 1 0	3.125
1 1 1 0 1 1 1	3.134
1 1 1 1 0 0 0	3.143
1 1 1 1 0 0 1	3.153
1 1 1 1 0 1 0	3.162
1 1 1 1 0 1 1	3.172
1 1 1 1 1 0 0	3.181
1 1 1 1 1 0 1	3.191
1 1 1 1 1 1 0	3.200

●その他

前述のほかにも次の機能を持っています。

- ・ センサ素子と本製品とのデータ通信における、キーコードによるメモリへの書き込み制限や読み出し制限機能
- ・ センサ補正データ取得用テストモード機能
- ・ パワーダウン機能
- ・ 温度変化検出/データ通信中以外でのデジタル回路の停止機能

図7に本製品の動作モードについて示します。

* 表内の数値は発表日現在のものです。その後、予告なしに変更されることがありますので、あらかじめご了承ください。

表3 検出回路 設定表 (出力段)

out gain tuning gain step = 1.25					続き					out offset tuning offset step = 20mV				
bit				gain	bit				gain	bit		offset (V)	VOUT (V)	
4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	3	2	1	0	
0	0	0	0	0	48.00	1	0	0	0	0	2.36	2.19		
0	0	0	0	1	49.25	1	0	0	0	1	2.38	2.23		
0	0	0	1	0	50.50	1	0	0	1	0	2.40	2.27		
0	0	0	1	1	51.75	1	0	0	1	1	2.42	2.31		
0	0	1	0	0	53.00	1	0	1	0	0	2.44	2.35		
0	0	1	0	1	54.25	1	0	1	0	1	2.46	2.39		
0	0	1	1	0	55.50	1	0	1	1	0	2.48	2.43		
0	0	1	1	1	56.75	1	0	1	1	1	2.50	2.47		
0	1	0	0	0	58.00	1	1	0	0	0	2.52	2.51		
0	1	0	0	1	59.25	1	1	0	0	1	2.54	2.55		
0	1	0	1	0	60.50	1	1	0	1	0	2.56	2.59		
0	1	0	1	1	61.75	1	1	0	1	1	2.58	2.63		
0	1	1	0	0	63.00	1	1	1	0	0	2.60	2.67		
0	1	1	0	1	64.25	1	1	1	0	1	2.62	2.71		
0	1	1	1	0	65.50	1	1	1	1	0	2.64	2.75		
0	1	1	1	1	66.75	1	1	1	1	1	2.66	2.79		

続く

表4 検出回路 ゲイン設定表 (入力段×出力段ゲイン)

gain matrix

		out gain								
		48.00	49.25	50.50	51.75	53.00	54.25	55.50	56.75	
in gain	5	240.00	246.25	252.50	258.75	265.00	271.25	277.50	283.75	
	9	432.00	443.25	454.50	465.75	477.00	488.25	499.50	510.75	
	13	624.00	640.25	656.50	672.75	689.00	705.25	721.50	737.75	
	17	816.00	837.25	858.50	879.75	901.00	922.25	943.50	964.75	
	21	1008.00	1034.25	1060.50	1086.75	1113.00	1139.25	1165.50	1191.75	
	25	1200.00	1231.25	1262.50	1293.75	1325.00	1356.25	1387.50	1418.75	
	29	1392.00	1428.25	1464.50	1500.75	1537.00	1573.25	1609.50	1645.75	
	33	1584.00	1625.25	1666.50	1707.75	1749.00	1790.25	1831.50	1872.75	

		out gain								
		58.00	59.25	60.50	61.75	63.00	64.25	65.50	66.75	
in gain	5	290.00	296.25	302.50	308.75	315.00	321.25	327.50	333.75	
	9	522.00	533.25	544.50	555.75	567.00	578.25	589.50	600.75	
	13	754.00	770.25	786.50	802.75	819.00	835.25	851.50	867.75	
	17	986.00	1007.25	1028.50	1049.75	1071.00	1092.25	1113.50	1134.75	
	21	1218.00	1244.25	1270.50	1296.75	1323.00	1349.25	1375.50	1401.75	
	25	1450.00	1481.25	1512.50	1543.75	1575.00	1606.25	1637.50	1668.75	
	29	1682.00	1718.25	1754.50	1790.75	1827.00	1863.25	1899.50	1935.75	
	33	1914.00	1955.25	1996.50	2037.75	2079.00	2120.25	2161.50	2202.75	

		out gain								
		68.00	69.25	70.50	71.75	73.00	74.25	75.50	76.75	
in gain	5	340.00	346.25	352.50	358.75	365.00	371.25	377.50	383.75	
	9	612.00	623.25	634.50	645.75	657.00	668.25	679.50	690.75	
	13	884.00	900.25	916.50	932.75	949.00	965.25	981.50	997.75	
	17	1156.00	1177.25	1198.50	1219.75	1241.00	1262.25	1283.50	1304.75	
	21	1428.00	1454.25	1480.50	1506.75	1533.00	1559.25	1585.50	1611.75	
	25	1700.00	1713.25	1726.50	1739.75	1753.00	1766.25	1779.50	1792.75	
	29	1972.00	2008.25	2044.50	2080.75	2117.00	2153.25	2189.50	2225.75	
	33	2244.00	2285.25	2326.50	2367.75	2409.00	2450.25	2491.50	2532.75	

		out gain								
		78.00	79.25	80.50	81.75	83.00	84.25	85.50	86.75	
in gain	5	390.00	396.25	402.50	408.75	415.00	421.25	427.50	433.75	
	9	702.00	713.25	724.50	735.75	747.00	758.25	769.50	780.75	
	13	1014.00	1030.25	1046.50	1062.75	1079.00	1095.25	1111.50	1127.75	
	17	1326.00	1347.25	1368.50	1389.75	1411.00	1432.25	1453.50	1474.75	
	21	1638.00	1664.25	1690.50	1716.75	1743.00	1769.25	1795.50	1821.75	
	25	1950.00	1981.25	2012.50	2043.75	2075.00	2106.25	2137.50	2168.75	
	29	2262.00	2298.25	2334.50	2370.75	2407.00	2443.25	2479.50	2515.75	
	33	2574.00	2615.25	2656.50	2697.75	2739.00	2780.25	2821.50	2862.75	

図4 メモリマップ

	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
00h				now	X axis / Y axis			
08h		now	Z axis					
10h		cs						
18h								IC control
20h	temp							
28h								
30h								
38h								
40h	ana T							
48h								
50h	IC test							
58h								IC control
60h				- 35	X axis / Y axis			
68h				- 25	X axis / Y axis			
70h				- 15	X axis / Y axis			
78h				- 5	X axis / Y axis			
80h				5	X axis / Y axis			
88h				15	X axis / Y axis			
90h				25	X axis / Y axis			
98h				35	X axis / Y axis			
A0h				45	X axis / Y axis			
A8h				55	X axis / Y axis			
B0h				65	X axis / Y axis			
B8h				75	X axis / Y axis			
C0h		- 35	Z axis			- 25	Z axis	
C8h		- 15	Z axis			- 5	Z axis	
D0h		5	Z axis			15	Z axis	
D8h		25	Z axis			35	Z axis	
E0h		45	Z axis			55	Z axis	
E8h		65	Z axis			75	Z axis	
F0h		cs						
F8h								IC control

表5 センサ駆動用定電流源設定表

current rough tuning current step = 50 μ A		current fine tuning current step = 2%	
bit	mode (μ A)	bit	%
7 6 5		4 3 2 1 0	
0 0 0	50	1 1 1 1 1	- 30
0 0 1	100	1 1 1 1 0	- 28
0 1 0	150	1 1 1 0 1	- 26
0 1 1	200	1 1 1 0 0	- 24
1 0 0	250	1 1 0 1 1	- 22
1 0 1	300	1 1 0 1 0	- 20
1 1 0	350	1 1 0 0 1	- 18
1 1 1	400	1 1 0 0 0	- 16
		1 0 1 1 1	- 14
		1 0 1 1 0	- 12
		1 0 1 0 1	- 10
		1 0 1 0 0	- 8
		1 0 0 1 1	- 6
		1 0 0 1 0	- 4
		1 0 0 0 1	- 2
		1 0 0 0 0	typ
		0 0 0 0 0	typ
		0 0 0 0 1	2
		0 0 0 1 0	4
		0 0 0 1 1	6
		0 0 1 0 0	8
		0 0 1 0 1	10
		0 0 1 1 0	12
		0 0 1 1 1	14
		0 1 0 0 0	16
		0 1 0 0 1	18
		0 1 0 1 0	20
		0 1 0 1 1	22
		0 1 1 0 0	24
		0 1 1 0 1	26
		0 1 1 1 0	28
		0 1 1 1 1	30

今後の展開

当社では今後、本製品を基本形として次のラインアップを検討しています。

- ・ 検出軸数変更
- ・ 検出ゲイン変更
- ・ 温度ステップ幅変更
- ・ アナログ補正機能

また、ジャイロセンサなどに多く用いられる容量検出型のセンサンプ回路についても開発検討中です。これにより、さまざまなMEMSセンサに対応できるセンサンプICを充実させていきたいと考えています。

図5 切替り温度とヒステリシス特性

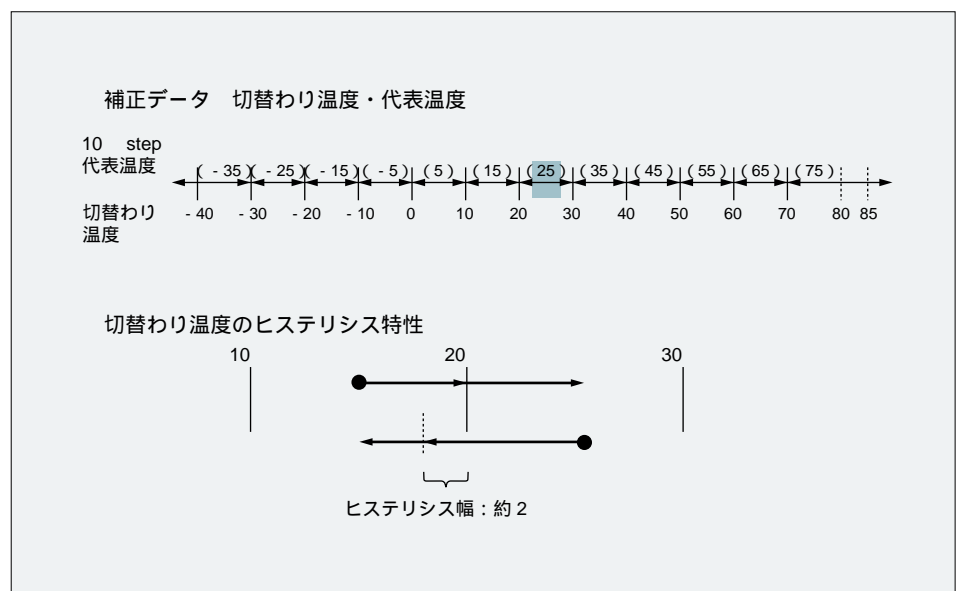


図6 補正特性イメージ図

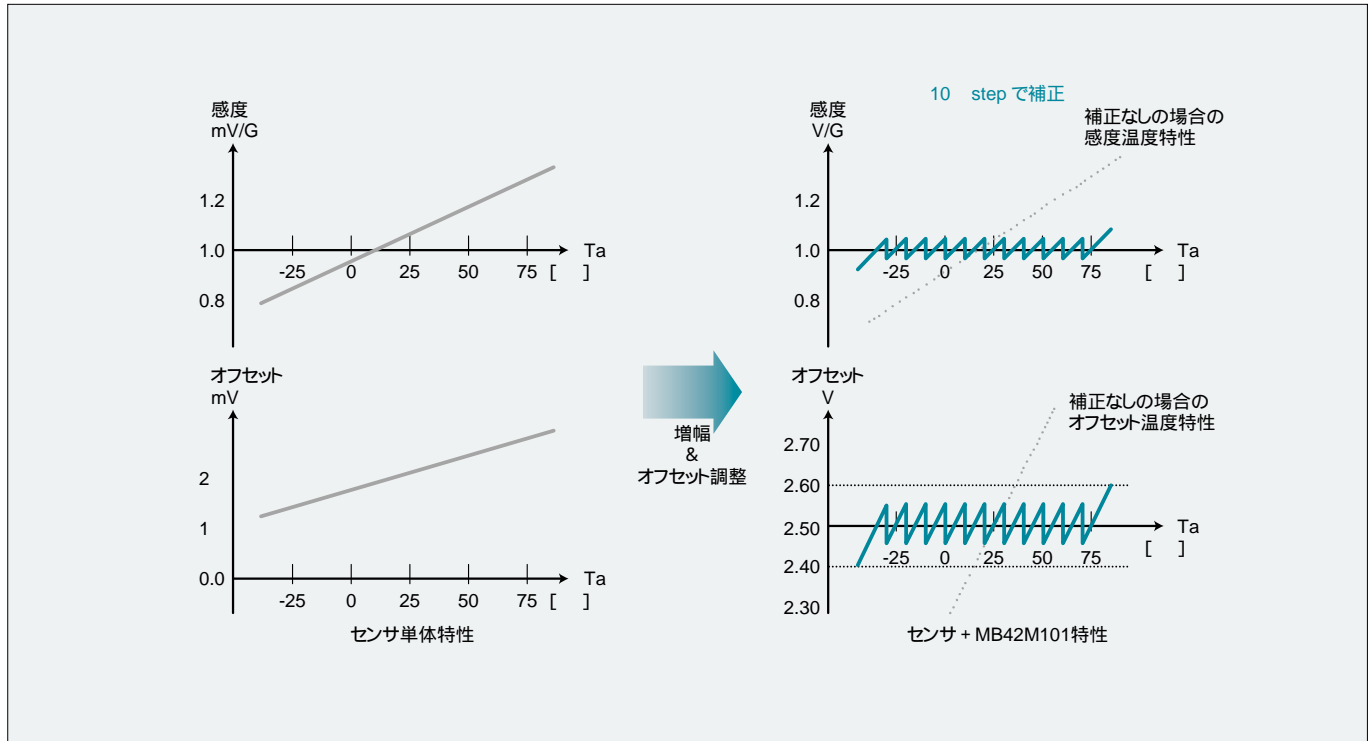


図7 MB42M101動作モード図

