
AK9822 / 24
2ch 8bit D/A コンバータ内蔵 2K/4Kbit EEPROM

概 要

本製品は出力バッファ・アンプを備えた8ビットD/Aコンバータを2チャンネル内蔵し、かつ内蔵のCMOS EEPROMによりD/Aコンバータのデジタル入力データの保持機能を合わせもつD/Aコンバータ内蔵EEPROMです。

特 長

EEPROM部

- AK9822・・・128ワード×16ビット構成
- AK9824・・・256ワード×16ビット構成
- ワンチップマイコン対応シリアルインタフェース
- 読み出し時のアドレスオートインクリメント機能

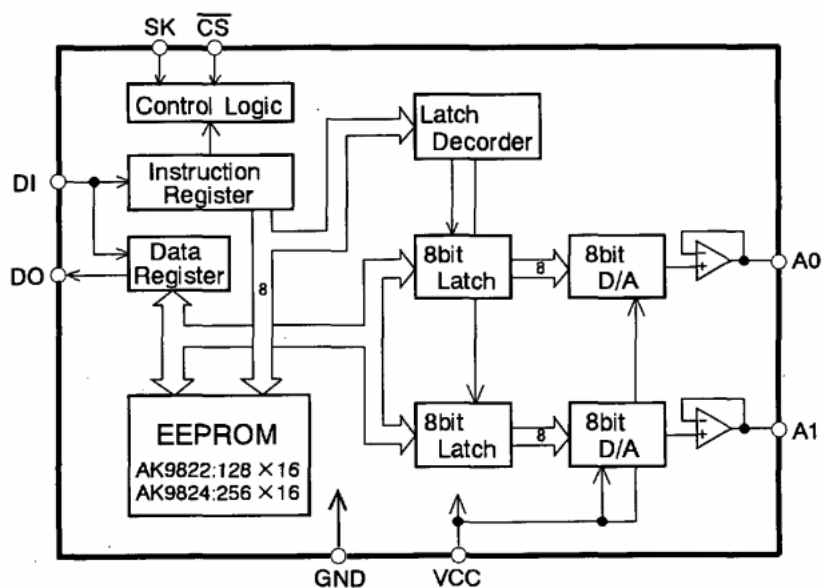
D/Aコンバータ部

- 2チャンネル
- 分解能: 8ビット
- 微分非直線性誤差 : ±1.0 LSB
- 非直線性誤差 : ±1.5 LSB
- アナログ出力電圧範囲: GND から VCC までほぼ全電圧出力可能

低電圧動作が可能

- ・EEPROM部 : 1.8V ~ 5.5V
- ・D/Aコンバータ部 : 2.7V ~ 5.5V

ソフトウェアによるパワーダウン機能



ブロック図

オーダリングガイド

型番

AK9822M

AK9824M

動作温度範囲

-40 ~ +85

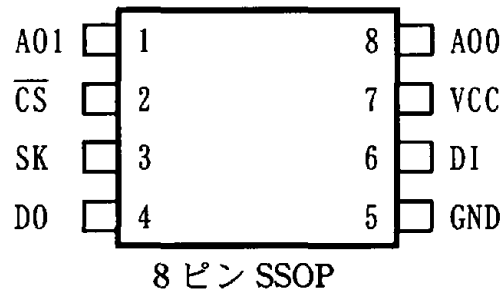
-40 ~ +85

パッケージ

8ピンSSOP

8ピンSSOP

ピン配置



ピン機能

ピン番号	ピン名称	I / O	機 能
1	A O 1	O	アナログ出力ピン
2	$\overline{C S}$	I	チップセレクトピン (シュミット・トリガ入力)
3	S K	I	シリアルクロックピン (シュミット・トリガ入力)
4	D O	O	シリアルデータ出力ピン
5	G N D	-	グラウンドピン、0V
6	D I	I	シリアルデータ入力ピン
7	V C C	-	電源ピン
8	A O 0	O	アナログ出力ピン

機 能 説 明

AK9822/24 は出力バッファ・アンプを備えた 2 チャンネルの 8 ビット D/A コンバータ部と EEPROM 部から構成されます。

AK9822/24 のシリアルインターフェースは一般のワンチップマイコンのシリアルポート（3 線負論理クロック同期式）に直接接続でき、シリアルクロック SK に同期し、読み込みデータは立ち上がりエッジで DI ピンから取り込まれ、また、読み出されたデータは立ち下がりエッジに同期して DO ピンから出力されます。

AK9822/24 は READ、WRITE、WREN、WRDS、PDEN、PDDS、CALL の 7 種類の命令を持ち、シリアルインターフェースからこれらの命令を入力することにより操作します。各命令は 8 ビット単位で構成されるオペコード、アドレス、データ（8bit×2）から構成されます。

DO ピンは、通常ハイ・インピーダンス状態にあります。DO ピンが、"L"又は"H"を出力するのは、読み出したデータを出力するときと WRITE 命令実行後に EEPROM の Ready/Busy のステータスを出力するときです。

誤書き込み防止機能

AK9822/24 は EEPROM への誤書き込み防止機能として書き込み許可状態と書き込み禁止状態の 2 つの状態を備えています。書き込み禁止状態では WRITE 命令は無効になり実行されません。

電源投入時、AK9822/24 は書き込み禁止状態であり、WREN 命令を実行することにより書き込み許可状態に入ります。書き込み許可状態は電源が落とされるか、WRDS 命令が実行されるまで保持されます。READ 命令は状態に関わらず実行することができます。

パワーダウン機能

AK9822/24 はパワーダウンモードと通常モードの 2 つのモードを持っています。パワーダウンモードでは D/A コンバータ部をスタンバイ状態にし、消費電力を少なくします。パワーダウンモードでは D/A コンバータ部はスタンバイ状態であり、D/A コンバータの出力は"Hi-Z"になります。

電源投入時、AK9822/24 はパワーダウンモードですが、AUTO READ が実行されると通常モードになります。AUTO READ 実行後は PDEN / PDDS 命令によりモードを切り替えることができます。PDEN 命令を入力することにより AK9822/24 はパワーダウンモードに入り、PDDS 命令が実行されるまで、デバイスはパワーダウンモードです。PDDS 命令を実行すると、デバイスはパワーダウンモードから通常モードになります。

パワーダウンモードから通常モードに入った時、D/A コンバータはパワーダウンモードに入る前に設定された電圧値を出力します。モードと D/A コンバータ部の状態の関係を表 1. に示します。

モード	：	D/A コンバータ部
パワーダウンモード	：	スタンバイ状態
通常モード	：	通常状態

表 1. モードと D/A コンバータ部の関係

D/A コンバータの出力を設定する場合

D/A コンバータの出力は WRITE 命令、CALL 命令により設定することができます。

EEPROM の先頭アドレス（アドレス"0"）は、上位 8 ビットは A0 の D/A コンバータ出力に、下位 8 ビットは A1 の D/A コンバータ出力に対応しています（参照:表 2.）。

アドレス	上位 8 ビット	下位 8 ビット
0	A0 の設定データ	A1 の設定データ
1	通常メモリ	
⋮	⋮	
127(AK9822) /255(AK9824)	通常メモリ	

表 2. EEPROM の内部構成

通常モード時にアドレス"0"を指定し、WRITE 命令を実行すると、A0、A1 の D/A コンバータの出力が設定されます。通常モードであり書き込み許可状態の時、アドレス"0"を指定した WRITE 命令を実行すると、D/A コンバータの出力が設定されると同時に、EEPROM のアドレス"0"にデータを書き込みます。通常モードであり書き込み禁止状態の時、EEPROM にはデータは書き込まれず、D/A コンバータの出力のみ設定されます。アドレス"0"を指定した WRITE 命令実行時の EEPROM と D/A コンバータの出力の関係を表 3.に示します。

製品の内部状態		アドレス"0"の内容	A0、A1 の DAC 出力
パワーダウンモード	書き込み許可状態	指定されたデータに書き変わります。	DAC の出力は "Hi-Z" です。
	書き込み禁止状態	内部データは書き変わりません。	
通常モード	書き込み許可状態	指定されたデータに書き変わります。	指定されたデータに設定されます。
	書き込み禁止状態	内部データは書き変わりません。	

表 3. WRITE 命令実行時の EEPROM と D/A コンバータの出力

又、通常メモリ（アドレス:"1"～"127"(AK9822)、アドレス:"1"～"255" (AK9824)）に格納されているデータを D/A コンバータの出力設定に用いることも、CALL 命令を実行することにより可能です。CALL 命令は、オペコード、アドレスによって構成されます。通常モード時に CALL 命令を実行すると、指定されたアドレスの上位 8 ビットのデータにより A0、下位 8 ビットのデータにより A1 の D/A コンバータ出力が設定されます。又、パワーダウンモード時には CALL 命令は実行されません。

AUTO READ 機能

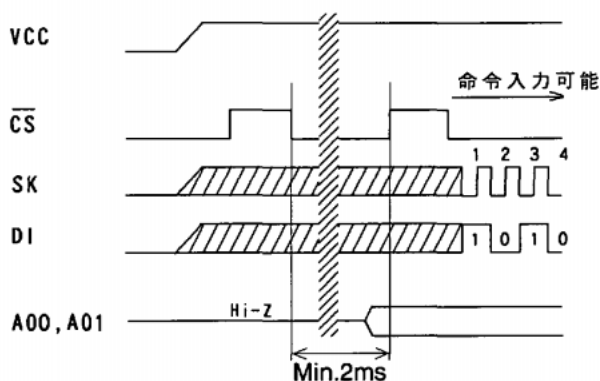
AUTO READ は電源立ち上げ時に EEPROM の内容を自動的に読み出し、2 チャンネルの D/A コンバータの出力を設定します。

AUTO READ は、 $\overline{CS}=L$ で電源を立ち上げた後、最初の \overline{CS} ピンの立ち下げにより、開始されます。 \overline{CS} ピンを $\overline{0}$ レベルにした後、2ms 内に、AO0、AO1 の出力が設定されます。このとき \overline{CS} ピン以外の入力 (SK,DI) は受け付けません。また、DO ピンからシリアルデータは出力されません。読み出し終了後、WREN 命令を実行すると、EEPROM への書き込みが可能になります。

AUTO READ は電源立ち上げ時、1 回のみ有効です。

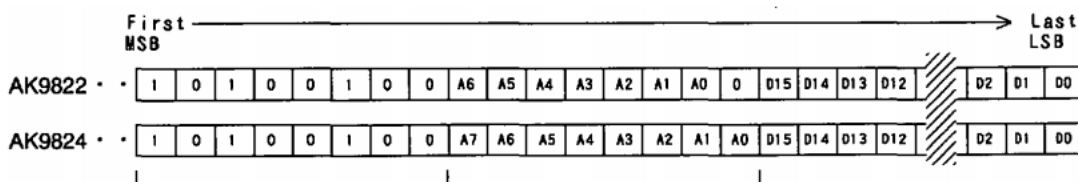
又、 $\overline{CS}=H$ で電源が立ち上がった場合、AUTO READ 機能は実行されない場合があります。

(注) AK9822/24 は、電源立ち上げ後、最初に必ず AUTO READ を行いますので、電源立ち上げ後の最初の \overline{CS} の "L" の期間、AK9822/24 への命令の入力はできません。



命令とデータ構成

各命令は 8 ビット単位で構成されるオペコード、アドレス、データ (8bit×2) から構成されます。以下に WRITE 命令での命令とデータの構成を示します。



オペコード

データビット

アドレスビット (AK9822 : "A6~A0"、AK9824 : "A7~A0")

(A7)	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	上位 8 ビットデータ内容	下位 8 ビットデータ内容
(0)	0	0	0	0	0	0	0	AO0 設定データ	AO1 設定データ
(0)	0	0	0	0	0	0	1	通常メモリ	
}									
(1)	1	1	1	1	1	1	1		

D/A 出力設定値

MSB								LSB	D/A 出力電圧
0	0	0	0	0	0	0	0	↔ $(VCC/256) \times 1$	
0	0	0	0	0	0	0	1	↔ $(VCC/256) \times 2$	
}									
1	1	1	1	1	1	1	0	↔ $(VCC/256) \times 255$	
1	1	1	1	1	1	1	1	↔ VCC	

命 令 説 明

命令には READ、WRITE、WREN、WRDS、PDEN、PDDS、CALL の 7 種類があります。各命令はオペコード+アドレス+データで構成されます。命令一覧を表 4、表 5 に示します。

命令を連続して実行するとき、その間、 \overline{CS} ピンを少なくとも tCS 間、ハイレベルにして下さい。

命 令	オPCODE	アドレス	データ	内 容
READ	1 0 1 0 1 0 0 0	A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 0	D15 ~ D0	読み出し
WRITE	1 0 1 0 0 1 0 0	A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 0	D15 ~ D0	書き込み
WREN	1 0 1 0 0 0 1 1	* * * * * * * *	* ~	書き込み許可
WRDS	1 0 1 0 0 0 0 0	* * * * * * * *	* ~	書き込み禁止
PDEN	1 0 1 0 1 1 0 0	* * * * * * * *	* ~	パワーダウン・イネーブル
PDDS	1 0 1 0 0 1 1 0	* * * * * * * *	* ~	パワーダウン・ディセーブル
CALL	1 0 1 0 0 0 1 0	A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 0	* ~	D/A コンバータ出力設定
TEST	1 0 1 0 1 1 1 1	* * * * * * * *	* ~	テスト用 (注)

* : Don't Care

表 4. AK9822 命令一覧

命 令	オPCODE	アドレス	データ	内 容
READ	1 0 1 0 1 0 0 0	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D15 ~ D0	読み出し
WRITE	1 0 1 0 0 1 0 0	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D15 ~ D0	書き込み
WREN	1 0 1 0 0 0 1 1	* * * * * * * *	* ~	書き込み許可
WRDS	1 0 1 0 0 0 0 0	* * * * * * * *	* ~	書き込み禁止
PDEN	1 0 1 0 1 1 0 0	* * * * * * * *	* ~	パワーダウン・イネーブル
PDDS	1 0 1 0 0 1 1 0	* * * * * * * *	* ~	パワーダウン・ディセーブル
CALL	1 0 1 0 0 0 1 0	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	* ~	D/A コンバータ出力設定
TEST	1 0 1 0 1 1 1 1	* * * * * * * *	* ~	テスト用 (注)

* : Don't Care

表 5. AK9824 命令一覧

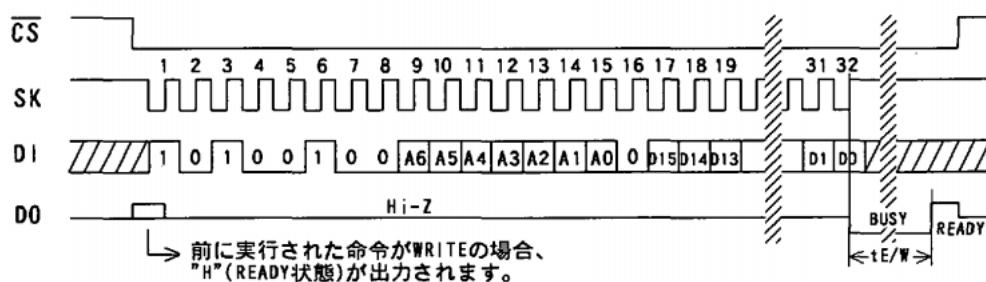
(注)テスト用の命令はユーザーは使用できません。

WRITE 命令 (書き込み)

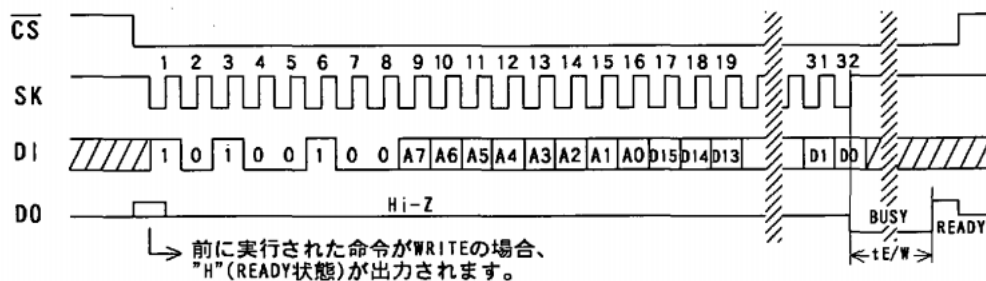
指定したアドレスにデータ (16 ビット) を書き込みます。DI を読み込む SK (32 個目) の立ち上がりから内部プログラミング動作が起動します。

DO ピンを参照することにより、EEPROM の内部状態を確認することができます。EEPROM はデータの最終ビット (D0) を読み込む SK (32 個目) の立ち上がりから内部プログラミング動作を起動します。内部プログラミング動作が起動すると、DO ピンからは Ready/Busy 信号が出力されます。DO ピンが "L" のときは、書き込み動作中 (Busy 状態) を示し、次の命令を受け付けることはできません。"H" のときは、書き込み動作終了 (Ready 状態) を示し、次の命令を受け付ける状態にあることを示します。

DO ピンからの Ready/Busy 信号を確認後、CS ピンを "H" にすると DO ピンはハイ・インピーダンス状態に戻ります。WRITE 命令実行から次の命令のオペコードの最初の 1 ビットが入力されるまで、Ready/Busy 信号を確認することが可能です。



WRITE 命令 (AK9822)



WRITE 命令 (AK9824)

READ 命令 (読み出し)

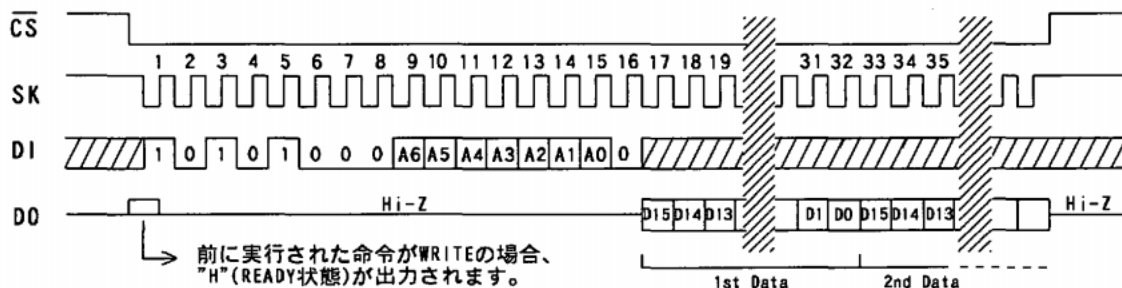
指定したアドレスのデータ(16ビット)を DO ピンから出力します。17 個目の SK の立ち下がりエッジで DO はハイインピーダンス状態を脱し、指定アドレスの D15 より順次シリアル出力します。

オートインクリメント機能

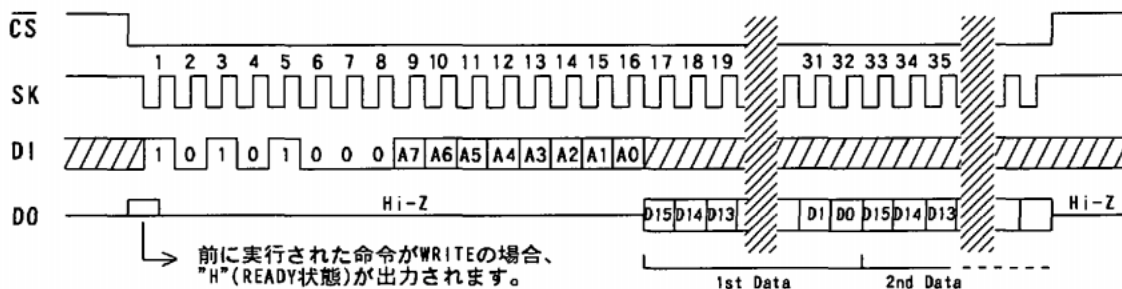
指定アドレスのデータが読み出された後、さらに SK にクロックを加えると、次のアドレスのデータが読み出されます。

AK9822・・・アドレス：7F (Hex)のデータを読み出した後、さらにクロックを加えた場合は、アドレス：00 (Hex)のデータが読み出されます。

AK9824・・・アドレス：FF (Hex)のデータを読み出した後、さらにクロックを加えた場合は、アドレス：00 (Hex)のデータが読み出されます。



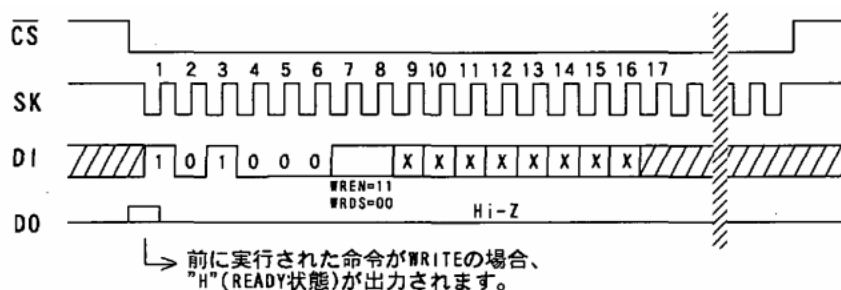
READ 命令 (AK9822)



READ 命令 (AK9824)

WREN 命令 (ライト・イネーブル) / WRDS 命令 (ライト・ディセーブル)

AK9822/24 は誤書き込み防止機能として書き込み許可状態と書き込み禁止状態の 2 つの状態を備えています。書き込み禁止状態では WRITE 命令は無効になり実行されません。電源投入時、AK9822/24 は書き込み禁止状態であり、WREN 命令を実行することにより書き込み許可状態に入ります。書き込み許可状態は電源が落とされるか、WRDS 命令が実行されるまで保持されます。READ 命令は状態に関わらず実行することができます。

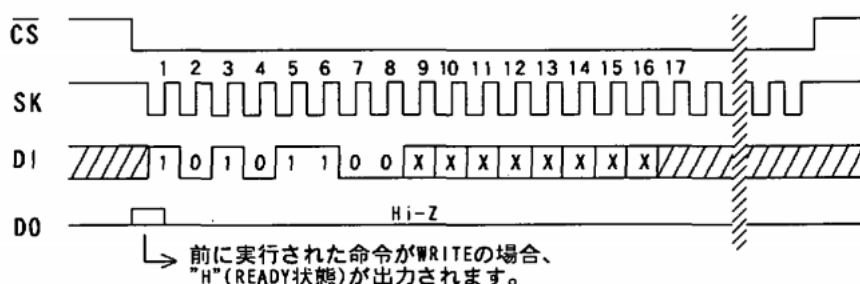


WREN 命令 / WRDS 命令 (AK9822/24)

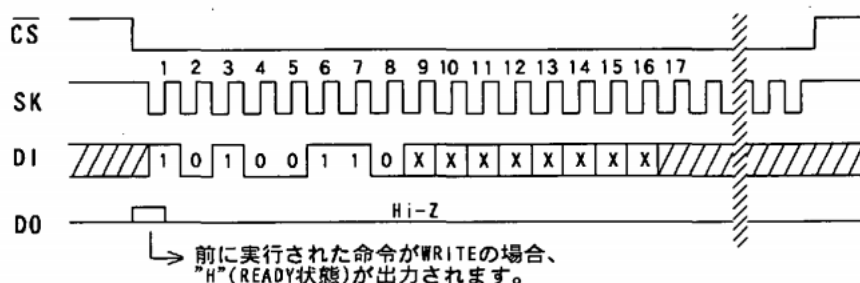
PDEN 命令 (パワーダウン・イネーブル) / PDDS 命令 (パワーダウン・ディセーブル)

PDEN 命令、PDDS 命令を入力することにより、パワーダウンモードと通常モードを切り替えることができます。PDEN 命令を入力することにより AK9822/24 はパワーダウンモードに入り、PDDS 命令が実行されるまで、デバイスはパワーダウンモードです。PDDS 命令を実行すると、デバイスはパワーダウンモードから通常モードになります。

パワーダウンモードから通常モードに入った時、D/A コンバータはパワーダウンモードに入る前に設定された電圧値を出力します。



PDEN 命令 (AK9822/24)

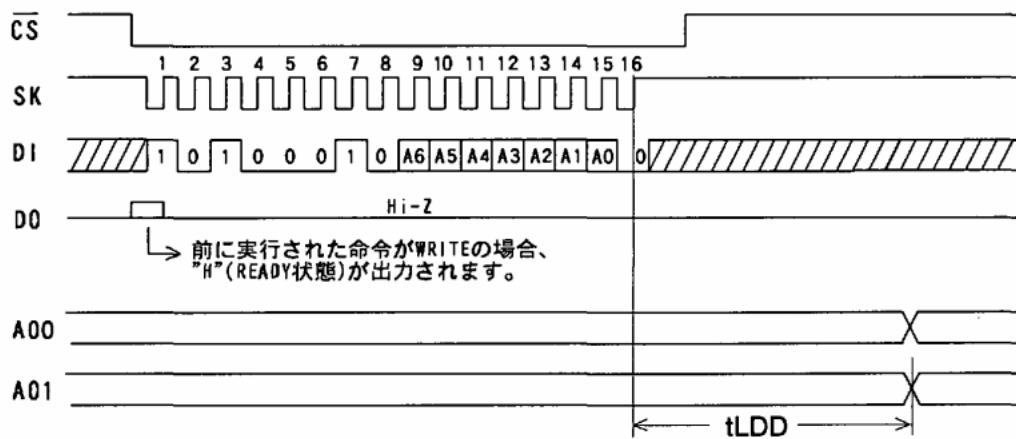


PDDS 命令 (AK9822/24)

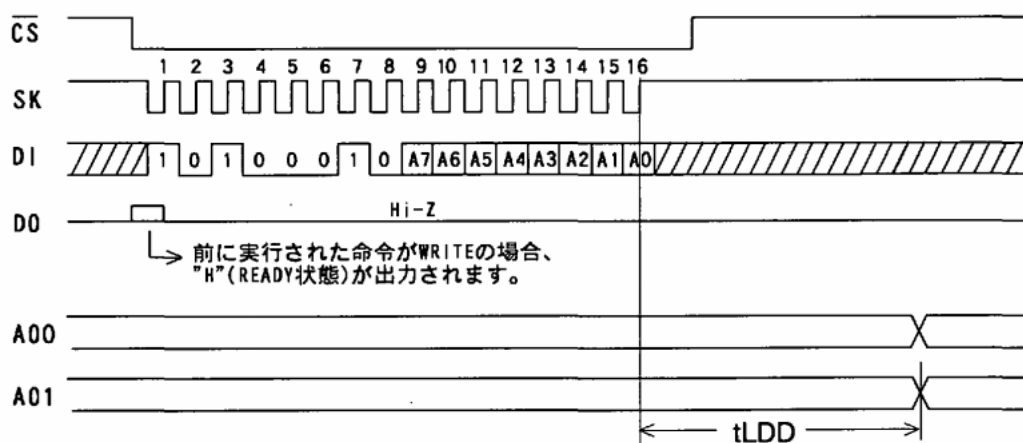
CALL 命令 (D/A コンバータ出力の設定)

CALL 命令を実行すると、指定されたアドレスのデータによって D/A コンバータの出力が設定されます。この場合、上位 8 ビットのデータが A0、下位 8 ビットのデータが A1 に対応します。

又、AK9822/24 がパワーダウンモードの場合には CALL 命令は実行されません。



CALL 命令 (AK9822)



CALL 命令 (AK9824)

絶対最大定格

項目	記号	条件	定格値	単位
電源電圧	VCC	対 GND	-0.6 ~ +7.0	V
入力電圧	VIO	対 GND	-0.6 ~ VCC+0.6	V
動作周囲温度	Ta		-40 ~ +85	
保存温度	TST		-65 ~ +150	

推奨動作条件

項目	記号	条件	min	typ	max	単位
電源電圧	VCC1	D/A コンバータ使用時	2.7		5.5	V
	VCC2	D/A コンバータ未使用時	1.8		5.5	V
デジタル出力ソース電流 1	IAL1	3.6V VCC 5.5V			1	mA
デジタル出力シンク電流 1	IAH1				1	mA
デジタル出力ソース電流 2	IAL2	2.7V VCC < 3.6V			500	uA
デジタル出力シンク電流 2	IAH2				500	uA
アナログ出力負荷容量	AOC				1.0	uF

電 気 的 特 性

D C 特 性

(特記なき場合は VCC=+1.8V ~ 5.5V, GND=0V, Ta=-40 ~ +85)

項 目	記号	条 件	min	max	単 位
動作時消費電流 (注 1)、(注 3)	IDD1	通常モード WRITE、1/tSKP=2MHz		5.5	mA
	IDD2	通常モード READ、1/tSKP=2MHz		2.3	mA
	IDD3	パワーダウンモード READ、1/tSKP=2MHz		0.75	mA
待機時消費電流 (注 2)、(注 3)	IDD4	パワーダウンモード 待機時 (CS="H")		1.0	uA
ハイレベル入力電圧 1 CS,SKピン	VIH1	2.5V VCC 5.5V	0.8×VCC		V
	VIH2	1.8V VCC < 2.5V	0.9×VCC		V
ハイレベル入力電圧 2 DIピン	VIH3	2.5V VCC 5.5V	0.7×VCC		V
	VIH4	1.8V VCC < 2.5V	0.8×VCC		V
ローレベル入力電圧 CS,SKピン	VIL1	2.5V VCC 5.5V		0.2×VCC	V
	VIL2	1.8V VCC < 2.5V		0.1×VCC	V
ローレベル入力電圧 DIピン	VIL3	2.5V VCC 5.5V		0.3×VCC	V
	VIL4	1.8V VCC < 2.5V		0.2×VCC	V
ハイレベル出力電圧	VOH1	(注 4)、IOH=-50uA	VCC - 0.3		V
	VOH2	(注 5)、IOH=-50uA	VCC - 0.3		V
ローレベル出力電圧	VOL1	(注 4)、IOL=1.0mA		0.4	V
	VOL2	(注 5)、IOL=0.1mA		0.4	V
入力リーク電流	ILI	VCC=5.5V、VIN=VCC		±1.0	uA
3ステート リーク電流	IOZ	VCC=5.5V、DO=VCC CS="H"		±1.0	uA

注 1. VCC=5.5V、VIN=VIH/VIL、DO=オープン

注 2. VCC=5.5V、SK/DI=VCC/GND、DO=オープン

注 3. モードについては"パワーダウン機能"の項を参照して下さい。

注 4. 2.5V VCC 5.5V

注 5. 1.8V VCC < 2.5V

A C 特性

1) E E P R O M 部

(特記なき場合は VCC=+1.8V ~ 5.5V, GND=0V, Ta=-40 ~ 85)

項 目	記号	条件	min	typ	max	単位
SK 周期	tSKP1	(注 6)、(注 7)	500			ns
	tSKP2	(注 8)	1.5			us
SK パルス幅	tSKW1	(注 6)、(注 7)	250			ns
	tSKW2	(注 8)	750			ns
SK パルスハイレベル幅 (注10)	tSKH1	(注 6)	250			ns
	tSKH2	(注 7)	500			ns
	tSKH3	(注 8)	750			ns
SK までの \overline{CS} セットアップ時間	tCSS		100			ns
SK からの \overline{CS} ホールド時間	tCSH1	READ, WREN, WRDS PDEN, PDDS	100			ns
	tCSH2	CALL, WRITE (注 9)	2			us
\overline{CS} までの SK セットアップ時間	tSKS		100			ns
\overline{DE} -セットアップ時間	tDIS1	(注 6)	100			ns
	tDIS2	(注 7)	150			ns
	tDIS3	(注 8)	200			ns
\overline{DE} -ホールド時間	tDIH1	(注 6)	100			ns
	tDIH2	(注 7)	150			ns
	tDIH3	(注 8)	200			ns
DO ピン出力遅延時間 (注 11)、(注 13)	tPD1	(注 6)			150	ns
	tPD2	(注 7)			250	ns
	tPD3	(注 8)			500	ns
自動プログラム時間	tE/W				10	ms
ライトリカバリ時間	tRC		100			ns
\overline{CS} ハイレベル時間 (注12)	tCS		250			ns
出力ブローティング遅延	tOZ				500	ns

注 6. 4.0V VCC 5.5V

注 7. 2.5V VCC < 4.0V

注 8. 1.8V VCC < 2.5V

注 9. 通常メモリを指定した WRITE 命令の場合と、書き込み許可状態でアドレス"0"を指定した WRITE 命令の場合は、tCSH=min.100ns です。

注 10. READ 命令実行時の 16 発目の SK のハイレベル幅に適用されます。又、アドレスオートインクリメント機能を用いる場合には、32 発目、48 発目 (16 の倍数) の SK のハイレベル幅にも適用されます。他の期間の SK のハイレベル幅は tSKW を適用して下さい。

注 11. Ready/Busy 信号を出力する場合は tPD=min.1us です。

注 12. 電源立ち上げ後、最初の \overline{CS} のハイレベル時間は"AUTO READ 時の \overline{CS} ホールド時間 : tACS"をご参照下さい。

注 13. CL=100pF

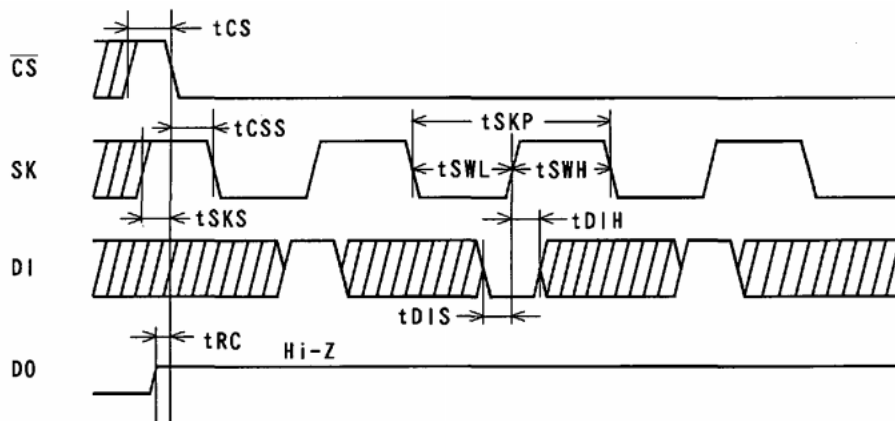
2) D/A コンバータ部 (特記なき場合は 2.7V VCC 5.5V, GND=0V, Ta=-40 ~ 85)

項目	記号	条件	min	typ	max	単位
分解能		単調性			8	bit
微分非直線性誤差	DNL	無負荷	-1.0	0	+1.0	LSB
非直線性誤差 (注 14)	NL	0.1 AO VCC-0.1	-1.5	0	+1.5	LSB
ハフアップ出力電圧範囲 3.6V VCC 5.5V	VAO1	IAO = 0uA	0.1		VCC-0.1	V
	VAO2	IAO 1mA	0.3		VCC-0.3	V
ハフアップ出力電圧範囲 2.7V VCC < 3.6V	VAO3	IAO = 0uA	0.1		VCC-0.1	V
	VAO4	IAO 500uA	0.3		VCC-0.3	V
電源立ち上げ時のCS までのCS セットアップ時間	tCSA		5.0			us
AUTO READ時のCS ホールド時間	tACS		5.0			us
DAC 出力セトリグ時間 (注 15)	tLDD1	3.6V VCC 5.5V		100	200	us
	tLDD2	2.7V VCC < 3.6V			400	us

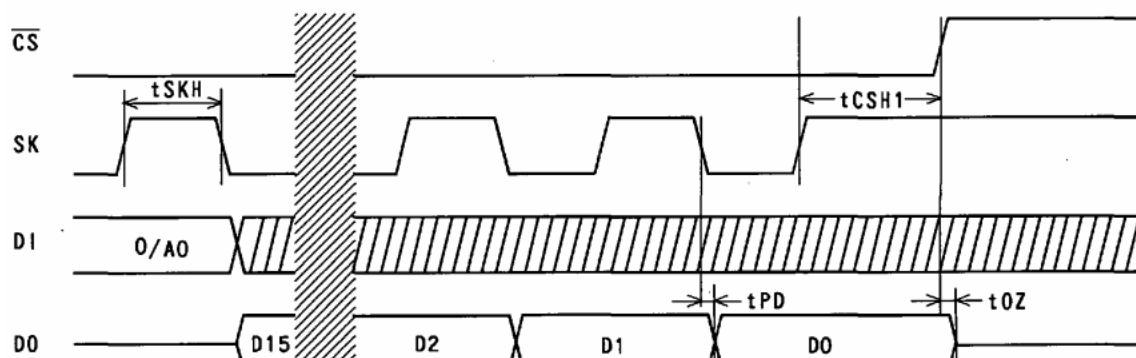
注 14. デイバ値"00"設定時の出力電圧と"FF"設定時の出力電圧を結ぶ理想直線に対する、入出力曲線の誤差。

注 15. $C_L=100\text{pF}$

タイミング波形

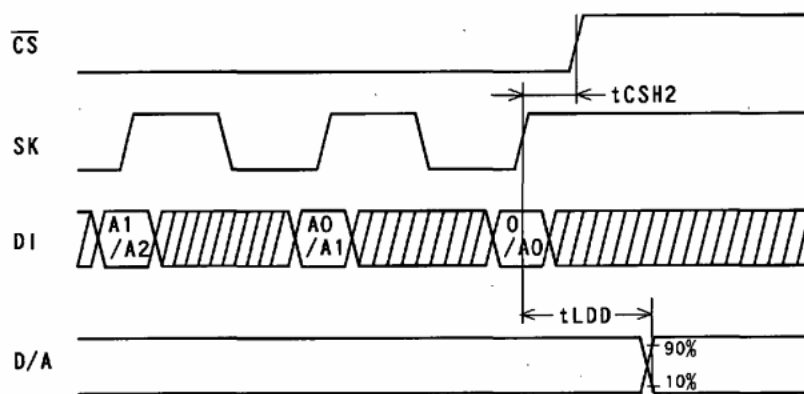


命令入力タイミング



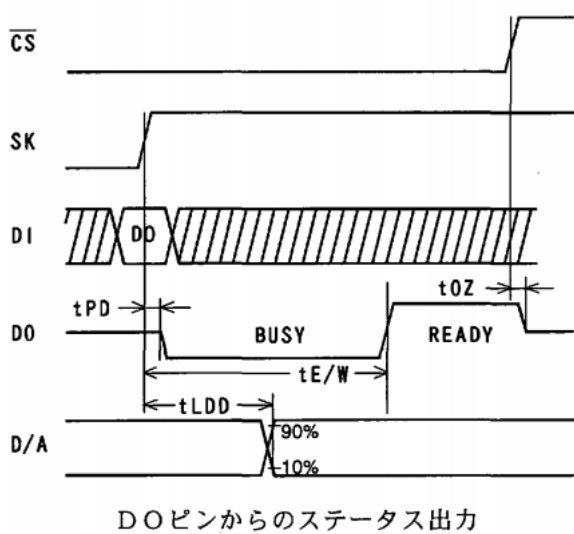
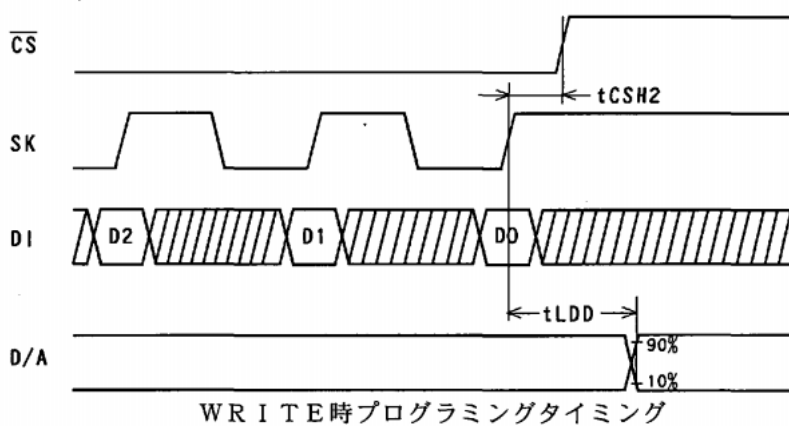
(注) アドレスビットは上段がAK9822、下段がAK9824です。

READ時データラッチタイミング

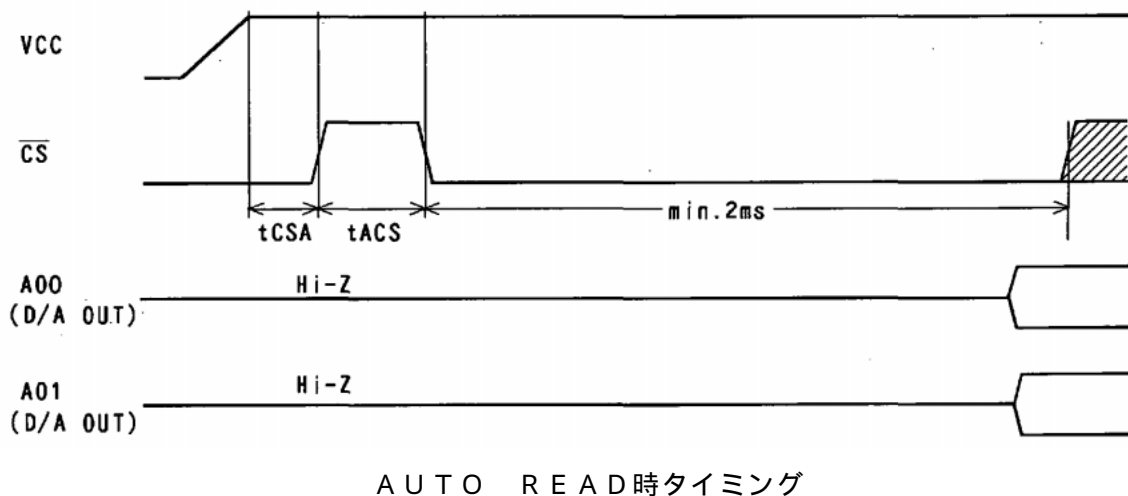


(注) アドレスビットは上段がAK9822、下段がAK9824です。

CALL時DAコンバータ出力タイミング



注：D/A コンバータ設定レジスタ部の内容を変更せず、D/A コンバータの出力のみを設定する場合は DO ピンから Ready/Busy 信号は出力されません。



重要な注意事項

本書に記載された製品、および、製品の仕様につきましては、製品改善のために予告なく変更することがあります。従いまして、ご使用を検討の際には、本書に掲載した情報が最新のものであることを弊社営業担当、あるいは弊社特約店営業担当にご確認下さい。

本書に掲載された情報・図面の使用に起因した第三者の所有する特許権、工業所有権、その他の権利に対する侵害につきましては、当社はその責任を負うものではありませんので、ご了承下さい。

本書記載製品が、外国為替および、外国貿易管理法に定める戦略物資（役務を含む）に該当する場合、輸出する際に同法に基づく輸出許可が必要です。

医療機器、安全装置、航空宇宙用機器、原子力制御用機器など、その装置・機器の故障や動作不良が、直接または間接を問わず、生命、身体、財産等へ重大な損害を及ぼすことが通常予想されるような極めて高い信頼性を要求される用途に弊社製品を使用される場合は、必ず事前に弊社代表取締役の書面による同意をお取り下さい。

この同意書を得ずにこうした用途に弊社製品を使用された場合、弊社は、その使用から生ずる損害等の責任を一切負うものではありませんのでご了承下さい。

お客様の転売等によりこの注意事項の存在を知らずに上記用途に弊社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合はすべてお客様にてご負担または補償して頂きますのでご了承下さい。