S25FS-S プログラミング ガイド

本書について

適用範囲と目的

AN98553 は、インフィニオン S25FS-S フラッシュ デバイス ファミリの新機能について説明します。

関連製品ファミリ

S25FS-S

目次

本書について 1
目次 2
1 はじめに 3
2 FS-S アドレス指定方式 4
3 FS-S ページ プログラミング サイズおよびデータ アライメント 5
4 FS-S セクタ消去コマンドおよびセクタ アーキテクチャ 6
5 消去ステータス判定 (EES) 10
6 ステータス レジスタ (SR) とコンフィギュレーション レジスタ (CR) 11
6.1 アクセス 11
6.2 実行の順番 12
7 保護 14
7.1 BP ビット保護 14
7.2 高度セクタ保護 (ASP) 14
8 マルチ入出力 (MIO) 15
8.1 デュアルおよびクアッド出力コマンド 15
8.2 デュアルおよびクアッド入出力 (I/O) コマンド 15
8.3 クアッドページ プログラム コマンド 15
8.4 クアッド ペリフェラル インターフェース (QPI) モード 15
9 セキュア シリコン領域 (SSR) 16
10 サスペンドで許可されるコマンド 17
11 まとめ 18
改訂履歴 19
免責事項 20

1 はじめに

フラッシュのユーザーの方々は読み出し, プログラム, 消去などの SPI フラッシュ デバイスの基本動作にすでに精通されているかもしれません。S25FS-S フラッシュ ファミリ (S25FS512S, S25FS256S, および S25FS128S) は様々なユーザーの多様なニーズに応じるために他の多くの機能を提供します。本書では、データシートで説明した基本動作を繰り返し述べることを意図しませんが、ユーザーが見落とす可能性がある重要な情報を指摘します。本書を読む前に、ユーザー (特に一般的なインフィニオンの SPI デバイスに慣れていない方) は最初にデータシートを理解する必要があります。

本書は S25FS-S デバイスの低レベル ドライバやセットアップのソフトウェアやアプリケーション ソフトウェアを開発しているソフトウェア開発者などの読者を対象とします。

2 FS-S アドレス指定方式

容量が 128Mb 以下のデバイスの場合、3 バイトのアドレス長はデバイス全体のアドレスを指定するのに十分です。容量がより大きいデバイスの場合、4 バイトのアドレス長が必要です。これらのアドレス長の要求に満たすために、FS-S ファミリ デバイスは 2 つのオプションを提供します。

- 1 番目のオプションは常に 4 バイト アドレスを必要とする新しいコマンド セットです。これらのコマンドは最大 32Gb のメモリにアクセスするために使用できます。コマンドは読み出しコマンド、ページ プログラム コマンド、消去コマンド、DYB/PPB 保護コマンドをすべて含みます。
- 2 番目のオプションは 3 バイト アドレス コマンド用の 4 バイト アドレッシング モードです。このモードはコンフィギュレーション レジスタ 2 (CR2) の AL ビット (ビット 7) により制御されます。このビットを「1」にセットした場合、すべての標準 3 バイト アドレス コマンドは 4 バイト アドレッシングを必要とします。このビットのデフォルト値は「0」(すなわち 3 バイト アドレス指定方式) です。

AL ビットが 4 バイト アドレッシング モードにセットされた場合、RSFDP (5Ah) コマンドを除いて、すべての標準 3 バイト コマンドは 4 バイト アドレスを必要とすることに注意してください。JEDEC JESD216 (SFDP) 規格の要求に応じて、現時点のアドレス モードにかかわらず、このコマンドは常に 3 バイト アドレス指定方式を使用します。

また、S25FS128S デバイスは 4 バイト アドレスを必要としませんが、4 バイト アドレス モード/コマンドをサポートすることにも注意してください。したがって、ファミリのすべてのデバイスに 4 バイト アドレス指定方式を使用するようにドライバ ソフトウェアを書くことが可能です。よって、あらゆる容量のデバイス間の置き換えは、アドレス長に関する同じソフトウェア実装を使用することで簡単になります。

3 FS-S ページ プログラミング サイズおよびデータ アライメント

FS-S ファミリは、コンフィギュレーション レジスタ 3 (CR3) のビット 4 値に応じた 256 または 512 バイトのページ サイズのページ プログラミングに対応します。ページ サイズは 1 つのプログラム コマンドで入力できるデータ サイズの上限です。実際に、ユーザーは 1 バイトから最大のページ サイズまでプログラムできます。入力したデータがページ アドレス境界を超えた場合、データはページの始まりにラップされます。この場合、バッファ内の元のデータは上書きされます。

多くのアプリケーションは 512 バイトの倍数単位でデータを格納します。フラッシュ メモリにデータをプログラムする最も効果的な方法は、長さバッファ サイズに揃えたインクリメントでデータを書き込むことです。より小さいデータ書き込みも可能ですが、ソフトウェアはできるかぎりデータをアドレスに揃えたフル バッファ インクリメントでデータをプログラムするために変更する必要があります。

より小さく/正しく整列されていないデータ書き込みの場合、内部でデータが 16 バイトのアドレス整列グループでプログラムされることに注意することが重要です。最高のフラッシュ性能および信頼性を得るために、データは幅が 16 バイトの倍数であるグループ (最大バッファ サイズ) でプログラムする必要があります。1 ページ内の複数のプログラム動作は FS-S デバイスで推奨されませんが、レガシー SPI デバイスとの互換性のために許可されます。

例えば、シンプルなフラッシュ ファイル システムは、それぞれ 12 バイト メタデータを含む 2 つの 512 バイト ファイル セクタを書き込めます。データを順次にプログラムすると、表 1 に示すように、ミスアライメントを発生させます。

表 1 ミスアライメント データ ストレージ

オーダ	**1st**	**2nd**	**3rd**	**4th**
サイズ	512 バイト	12 バイト	512 バイト	12 バイト
バイト オフセット	0	512	524	1036

書き込みデータ	初期 512 バイト			12 バイト	512 バイト							12 バイト		書き込まれない		
内部グループ	グループ 0	…	グループ 31	グループ 32	グループ 33	…	グループ 63	グループ 64				グループ 65		グループ 66		

その代わりに、プログラミング性能を最大化するために、書き込みを再編成する必要があります。表 2 では、セクタ データはフラッシュの最下部から書き込まれ、メタデータはフラッシュの最上部から書き込まれます。S はスキップし未使用のままにする 4 バイトを示します。グループ N はデバイス内の最後のグループです。M はバイト単位でのフラッシュ デバイスのサイズです。

表 2 アライメント データ ストレージ

オーダ	**1st**	**2nd**	**3rd**	**4th**
サイズ	512 バイト	12 バイト	512 バイト	12 バイト
バイト オフセット	0	M - 16	512	M - 32

書き込みデータ	初期 512 バイト			512 バイト				書き込まれない			12 バイト	S	12 バイト	S		
内部グループ	グループ 0	…	グループ 31	グループ 32	...	グループ 63	...				グループ N-1		グループ N			

4 FS-S セクタ消去コマンドおよびセクタ アーキテクチャ

FS-S ファミリでのセクタ アーキテクチャは柔軟性があります。これは大きい「通常」セクタおよび小さい「パラメータ」セクタの両方を提供しています。コンフィギュレーション レジスタ 3 (CR3) のビット 1 値によって、大きいセクタは 64kB または 256kB です。パラメータ セクタのサイズは 4kB です。8 つのパラメータ セクタの小さいセットはデバイスの最下位アドレスまたは最上位アドレスに配置できます。すべてのセクタはサイズが同じ (ユニフォーム セクタ) になるよう、デバイスのアドレス空間からパラメータ セクタを削除できます。

これらの 2 種類のセクタ (小さいパラメータ セクタおよびユニフォーム サイズ セクタ) を消去するために、FS-S は以下の 2 つのコマンド セットを提供します。

- 1 つ目はパラメータ 4kB 消去です。2 つのコマンドが提供されます。20h (P4E) は 3 バイトまたは 4 バイトのアドレス指定に使用します。21h (4P4E) は 4 バイトのアドレス指定に使用します。
- 2 つ目はセクタ消去です。2 つのコマンドが提供されます。D8h (SE) は 3 バイトまたは 4 バイトのアドレス指定に使用します。DCh (4SE) は 4 バイトのアドレス指定に使用します。

パラメータ セクタを消去するために、ユーザーは P4E または 4P4E コマンドを発行する必要があります。64kB または 256kB のユニフォーム セクタを消去するために、ユーザーは SE または 4SE コマンドを発行する必要があります。

セクタ サイズのアドレスがコマンドと一致しない場合、発行されたコマンドは無視されます。詳細な説明は以下にあります。

下表に、FS256S デバイスが提供するすべてのセクタの組み合わせを示します。

表 3 S25FS256S セクタアドレスマップ、下位 4kB セクタ、64kB 物理セクタ

セクタ サイズ (k バイト)	セクタ数	セクタ番号	ベクタ アドレス
4kB	8	SA00	00000000h～00000FFFh
		:	:
		SA07	00007000h – 00007FFFh
32kB	1	SA08	00008000h – 0000FFFFh
64kB	511	SA09	00010000h – 0001FFFFh
		:	:
		SA519	01FF0000h – 01FFFFFFh

表 3 に、下位ブート コンフィギュレーションを示します。その内、8 つの小さい 4kB パラメータ セクタはデバイスの下位にあります。この表から分かるように、下位の 4kB セクタと通常の 64kB セクタに加えて、32kB の中型セクタもあります。ユニフォーム セクタのサイズがまだ 64kB なので中型セクタが存在することを理解する必要があります。しかし、最下位のアドレスのユニフォーム セクタが 8 つの小さい 4kB セクタで重複されるため、図 1 に示すように、ユーザーはそのメモリの下位半分にアクセスできません。したがって、このセクタのユーザーアクセス可能なサイズは 32kB に減らされます。しかし、ユーザーは 0000000h から 0000FFFFh までのアドレス範囲 (フル 64kB 範囲) でセクタ消去コマンド (D8h または DCh) を実行する場合、この中型セクタの内容が消去されますが、4kB パラメータ セクタが影響されません。

00000000h から 00007FFFh までのアドレス範囲で 4kB パラメータ セクタ消去コマンド (20h または 21h) を発行することで、対応する 4kB セクタを消去できます。コマンドがその他のアドレス空間で発行された場合、コマンドは無視されます。

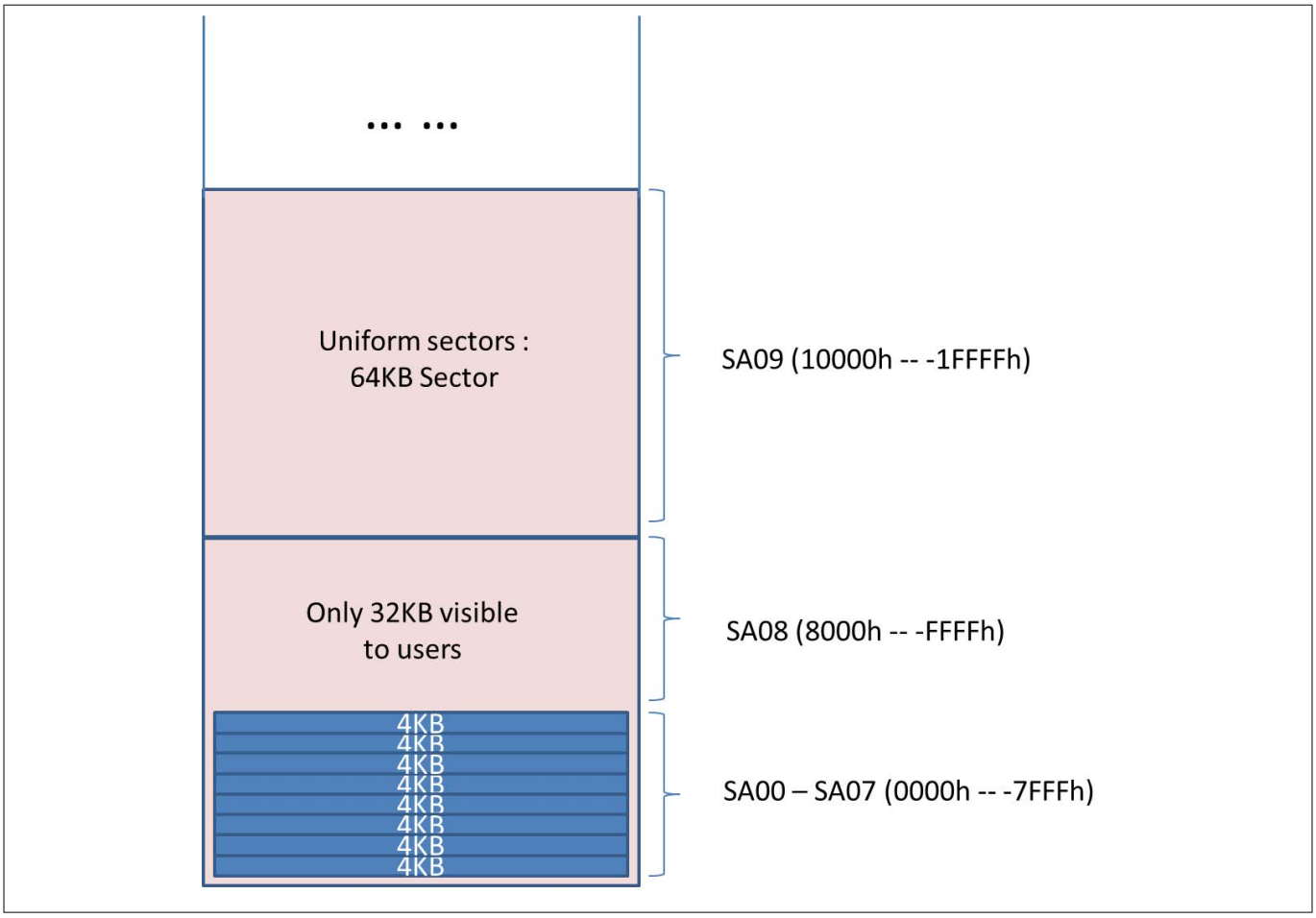


図 1　　中型セクタ

表 4 に、上位ブート コンフィギュレーションを示します。その内、8 つの小さい 4kB パラメータ セクタはデバイスの上位にあります。同じように、ユーザーは 01FF0000h から 01FFFFFFh までのアドレス範囲 (フル 64kB 範囲)でセクタ消去コマンド (D8h または DCh) を実行する場合、この中型セクタの内容が消去されますが、4kB パラメータ セクタが影響されません。

表 4　　S25FS256S セクタアドレスマップ、上位 4kB セクタ、64kB 物理セクタ

セクタ サイズ (k バイト)	セクタ数	セクタ番号	ベクタ アドレス
64kB	511	SA00	00000000h～0000FFFFh
		:	:
		SA510	01FE0000h – 01EFFFFFh
32kB	1	SA511	01FF0000h – 01FF7FFFh
4kB	8	SA512	01FF8000h – 01FF8FFFh
		:	:
		SA519	01FFF000h – 01FFFFFFh

表 5 に、小さいセクタが含まず、すべてのセクタ サイズが 64kB のデバイスを示します。このコンフィギュレーションにはメモリが重複されないため、中型セクタがありません。

表 5　　S25FS256S セクタアドレスマップ、64kB ユニフォームセクタ

セクタ サイズ (k バイト)	セクタ数	セクタ番号	ベクタ アドレス
64kB	512	SA00	00000000h～0000FFFFh
		:	:
		SA511	01FF0000h – 01FFFFFFh

表 6 に、下部ブート設定を示します。デバイスの下部には 8 つの小さな 4kB パラメータ セクタがあり、ユニフォーム セクタのサイズは 256kB です。表から分かるように、中型セクタは小さいセクタと通常のセクタの間にあります。また、それは 256kB セクタが 8 つの小さいセクタで重複されるためです。したがって、このユニフォーム セクタでは 224kB 部分はアクセス可能な部分になります。セクタ消去コマンド (D8h または DCh) が下位の 256kB アドレス空間 (0～3FFFFh) のあらゆるところで発行された場合、中型セクタが消去されます。4kB パラメータ セクタは影響されません。

表 6　　S25FS256S セクタアドレスマップ、下位 4kB セクタ、256kB 物理セクタ

セクタ サイズ (k バイト)	セクタ数	セクタ番号	ベクタ アドレス
4kB	8	SA00	00000000h～00000FFFh
		:	:
		SA07	00007000h – 00007FFFh
224kB	1	SA08	00008000h – 0003FFFFh
256kB	127	SA09	00040000h – 0007FFFFh
		:	:
		SA135	01FC0000h – 01FFFFFFh

表 7 に、上位ブート設定を示します。その内、8 つの小さい 4kB パラメータ セクタはデバイスの上位にあります。同じように、ユーザーは 01FC0000h から 01FFFFFFh までのアドレス範囲 (フル 256kB 範囲) でセクタ消去コマンド (D8h または DCh) を実行する場合、この中型セクタの内容が消去されますが、4kB パラメータ セクタが影響されません。4kB パラメータ セクタは影響されません。

表 7　　S25FS256S セクタアドレスマップ、上位 4kB セクタ、256kB 物理セクタ

セクタ サイズ (k バイト)	セクタ数	セクタ番号	ベクタ アドレス
256kB	127	SA00	00000000h – 0003FFFFh
		:	:
		SA126	01F80000h – 01FBFFFFh
224kB	1	SA127	01FC0000h – 01FF7FFFh
4kB	8	SA128	01FF8000h – 01FF8FFFh
		:	:
		SA135	01FFF000h – 01FFFFFFh

表 8 に、小さいセクタが含まず、すべてのセクタ サイズが 256kB のデバイスを示します。このコンフィギュレーションにはメモリが重複されないため、中型セクタがありません。

表 8　　S25FS256S セクタアドレスマップ、256kB ユニフォームセクタ

セクタ サイズ (k バイト)	セクタ数	セクタ番号	ベクタ アドレス
256kB	128	SA00	00000000h – 0003FFFFh
		:	:
		SA127	01FC0000h – 01FFFFFFh

上表に FS256S デバイスのセクタ アーキテクチャを示します。いくつかのコンフィギュレーションはメモリ オーバーレイのため中サイズセクタを示します。ソフトウェア開発者は、セクタ消去コマンドに特別な注意を払い、コマンドに関連付けられたアドレスが正しいことを確認する必要があります。

同じことが FS128S および FS512S デバイスにも適用されます。唯一の違いはユニフォームセクタの総数です。

FS512S デバイスでは、64kB ユニフォームセクタのオプションはないことに注意してください。すべてのユニフォームセクタのサイズは 256kB です。その結果、ミッドサイズ セクタは、該当する場合、常に 224kB のサイズとなります。

FS-S ファミリのデバイスでは、消去中にブランク チェック機能を有効にするオプションがユーザーに用意されています。デフォルトでは、消去コマンドが発行されると、セクタは無条件に消去されます。しかし、コンフィギュレーション レジスタ 3 のビット 5 (CR3) をオンにして、ブランク チェック機能を有効にした場合、デバイスはまず (次の節で説明する EES 機能を使用して) このセクタでの前回の消去が正常に完了し、セクタが完全にブランクであるかどうかをチェックします。そうであれば、消去成功のステータスを返します。これにより、消去時間が著しく短縮します。ブランク チェックでアレイ内で「0」の値を検出した場合、消去動作が直ちに開始されます。

このブランク チェック機能は、特にプログラムされるデバイスのほとんどが新品である製造元の環境では非常に便利です。しかし、プログラミングが確実に成功するように、ほとんどのメーカーのソフトウェアは必ず消去を実行します。ブランク チェック機能を有効にすると、デバイスが新品であれば、消去時間は劇的に改善されます。また、たまにブランクでないセクタを発見した場合、適切にセクタを消去します。

5 消去ステータス判定 (EES)

FS-S ファミリには、電力喪失、ハードウェア リセットまたはソフトウェアリセットによって消去動作が中断されたかどうかをソフトウェアで確認できるコマンドがあります。ユーザーはまずこのコマンド (D0h) を特定のセクタ アドレスで発行し、次にステータス レジスタ 2 の ビット 2 (SR2) を読み出してこのセクタの前回の消去が正常に完了したかどうかを確認できます。

ほとんどのフラッシュ ファイル システムには、電力喪失によって消去が中断されたかどうかを検出するソフトウェア メカニズムがあります。その場合、フラッシュ アレイの整合性を保証するためには、そのセクタを再び消去する必要があります。この新しい EES コマンドを使用すると、ファイル システム ソフトウェアまたはそのブロックドライバは各電源投入の後、セクタの整合性を簡単に確認できます。

6 ステータス レジスタ（SR）とコンフィギュレーション レジスタ（CR）

6.1 アクセス

FS-S ファミリは一連のステータスおよびコンフィギュレーション レジスタをとおして、ユーザーに多くの制御およびカスタマイズ機能を提供します。これらのレジスタのほとんどには不揮発性と揮発性の 2 つのバージョンがあります。不揮発性レジスタの値はパワー サイクルを通じて保持されます。揮発性レジスタ内のレジスタ値は、不揮発性レジスタ内のレジスタ値と同じ値にリセットされます。

レジスタの揮発性バージョンの存在により、ユーザーが不揮発性レジスタに値をプログラムする前に、製品開発の初期段階で設定をテストできます。不揮発性レジスタのビットのほとんどは OTP (One Time Programmable) ビットであるため、変更を元に戻すことはできません。レジスタの揮発性バージョンはまた、リセット中に不揮発性レジスタからロードされた値をオーバーライドできるようにします。

SR と CR の詳細な定義については、データシートを参照してください。本書では、ソフトウェア開発者にとって役立つ情報をいくつか紹介します。

SR と CR にアクセスするには、一般的に 2 つの方法があります。

1. 伝統的な方法。これらのコマンドは、古いインフィニオン SPI デバイスに存在します。
   a. SR1NV および CR1NV に書き込むために、WRR (01h) を使用します。
   b. SR1V, SR2V, または CR1V を読み出すために、RDSR1 (05h), RDSR2 (07h), または RDCR (35h) を使用します。

      WRR コマンドはレジスタの不揮発性バージョンに書き込み、一方読み出しコマンドはレジスタの揮発性バージョンから読み出すことに注意してください。不揮発性レジスタに書き込むと、揮発性バージョンは自動的に更新されます。
2. 新しいコマンド。FS-S ファミリは、任意のレジスタにアクセスするための一連の新しいコマンドを導入しています。
   a. 任意のレジスタに書き込むために、WRAR (71h) を使用します。
   b. 任意のレジスタを読み出すために、RDAR (65h) を使用します。

      注: これらの新しいコマンドを使用するために、表 9 のレジスタ アドレスを使用する必要があります。

表 9 RDAR および WRAR コマンドのレジスタアドレス

バイト アドレス (16 進)	レジスタ名
00000000	SR1NV
00000001	該当なし
00000002	CR1NV
00000003	CR2NV
00000004	CR3NV
00000005	CR4NV
...	該当なし
00000010	NVDLR
...	該当なし
00000020	PASS[7:0]
00000021	PASS[15:8]

(続く)

表 9 (続き) RDAR および WRAR コマンドのレジスタアドレス

バイト アドレス (16 進)	レジスタ名
00000022	PASS[23:16]
00000023	PASS[31:24]
00000024	PASS[39:32]
00000025	PASS[47:40]
00000026	PASS[55:48]
00000027	PASS[63:568]
...	該当なし
00000030	ASPR[7:0]
00000031	ASPR[15:8]
...	該当なし
00800000	SR1V
00800001	SR2V
00800002	CR1V
00800003	CR2V
00800004	CR3V
00800005	CR4V
...	該当なし
00800010	VDLR
...	該当なし
00800040	PPBL
...	該当なし

6.2 実行の順番

コンフィギュレーション レジスタのいくつかのビットはデバイスのセクタ アーキテクチャにとって重要です。デバイスに対して プログラムや消去を行う前に、これらのレジスタ ビットを事前にセットする必要があります。以下のビットがあります。

- CR1NV での TBPARM (ビット 3): このビットは、パラメータ セクタの位置 (最上部または最下部) を決定します。
- CR3NV での 20h_NV (ビット 2): このビットは、パラメータ セクタがユーザー メモリに存在するかどうかを決定します。
- CR3NV での D8h_NV (ビット 2): このビットは、均一セクタのサイズ、すなわち 64kB または 256kB を決定します。

メイン配列に対して何らかのプログラム操作を行った後にユーザーがこれらのビットのいずれかを変更した場合、配列の内容がまだ存在するかどうかは保証されません。したがって、ベスト プラクティスとして、フラッシュ アレイにアクセスする前にこれらのビットを設定する必要があります。

いくつかのステータスおよびコンフィギュレーション レジスタ ビットは同じトランザクションで変更できますが、いくつかのビットは互いに保護の相互作用を持ちます。例えば、同じ WRR コマンドでは SR1 と CR1 の両方に書き込めます。BP ビットは SR1 にあり、FREEZE ビットは CR1V にあります。ソフトウェアでは、BP ビットを保護するために、最初に BP ビットをセットし、次に別の WRR コマンドを使用して FREEZE ビットをセットすることを推奨します。

ただし、同じコマンドで新しい BP ビット値と FREEZE ビット値を発行した場合、デバイスが現在の FREEZE 値に基づいて動作するため、それらはまだ効果があります。

デバイスの保護モード (持続的保護またはパスワード保護) を選択した後、CR1NV (FREEZE と QUAD を除く)、CR2NV, CR3NV, および CR4NV は保護されます (保護モードは本書の後半で説明されます)。これらのレジスタに変更を加える必要がある場合は、保護モードを選択する前に変更を加えることが重要です。

7 保護

7.1 BP ビット保護

FS-S ファミリの BP ビット保護は、古いインフィニオン SPI デバイスとまったく同じように動作します。BP ビットは値に応じてフラッシュ メモリの一部または全体を保護します。

BP ビットには 2 つのバージョンがあります。不揮発性バージョンは SR1NV にあります。揮発性バージョンは SR1V にあります。読み出しに RDSR (05h) コマンドを使用する場合、常に SR1V の値が読み出されます。BP ビットの不揮発性バージョンを読み出したい場合、RDAR (65h) コマンドを使用してください。SR1NV の値が戻されます。

WRR (01h) または WRAR (71h) コマンドを使用して BP ビットを書き込む場合、BPNV 値 (CR1V 内) に応じて、コマンドは SR1NV または SR1V 内の BP ビットに書き込みます。

7.2 高度セクタ保護 (ASP)

FS-S ファミリには、持続的保護モードとパスワード保護モードの 2 つの ASP モードがあります。ユーザーは、ASP レジスタのビット 1 またはビット 2 をプログラムすることでいずれかを選択できます。これら 2 つのビットは相互に排他的であることに注意してください。ユーザーが両方のビットを 0 にプログラムしようとすると、プログラム コマンドはエラーになり、どちらのビットも変更されません。

本書で前述したように、モードの 1 つが選択されると、CR のほとんどのビットが保護されます。そのため、保護モードを選択する前に、最初にすべての CR をプログラムすることが重要です。

保護モードが選択されていない場合、デバイスは持続的保護モードの場合と同じように機能します。インフィニオンは、不正なコードが後でデバイスの保護動作を変更できないように、所望のモードを明白に選択することを強く推奨します。

8 マルチ入出力（MIO）

8.1 デュアルおよびクアッド出力コマンド

S25FS064S は、以前にリリースされたインフィニオンの SPI デバイス ファミリと同様に、デュアル出力読み出し（DOR/4DOR）とクアッド出力読み出し（QOR/4QOR）コマンドをサポートします。S25FS128S, S25FS256S, および S25FS512S は、デュアルおよびクアッド出力をサポートしません。

8.2 デュアルおよびクアッド入出力（I/O）コマンド

すべての S25FS-S ファミリ デバイスは、以前リリースされたインフィニオンの SPI デバイス ファミリと同様に、デュアルおよびクアッド入力/出力 (I/O) コマンドをサポートします。

8.3 クアッドページ プログラム コマンド

S25FS064S は、以前にリリースされたインフィニオンの SPI デバイス ファミリと同様に、クアッドページ プログラム（QPP/4QPP）コマンドをサポートします。S25FS128S, S25FS256S, および S25FS512S はクアッドページ プログラム　コマンドをサポートしません。

8.4 クアッド ペリフェラル インターフェース (QPI) モード

S25FS-S ファミリは命令コードを含むすべての情報が 4 ビット幅で転送される QPI モードに対応します。データシートでは、命令, アドレス, およびデータのすべてが 4 ビット幅で転送されるため、4-4-4 コマンドプロトコルと呼ばれます。

QPI モードで動作させるには、CR2V または CR2NV の QA（ビット 6）ビットに書き込みます。CR2NV の QA ビットは OTP ビットであり、ビットを一度「1」にプログラムすると、リセット後は常に QA モードで動作します。

これは非可逆的な操作です。

QPI モードを試したい場合は、CR2V レジスタの QA_V ビットを使用することを推奨します。これは QA ビットの揮発性バージョンです。リセット後、デバイスは通常モードに戻ります。QA_V ビットがセットされると、CR1V でのクアッドビット (ビット 1) が自動的にセットされることに注意してください。これはすべての IO 信号が情報転送に使用され、WP# および HOLD# 機能が無効になることを示します。QA_V ビットが「0」にリセットされると、CR1V でのクアッドビットは「1」のままです。必要に応じて、「0」にリセットする必要があります。QPI モードが十分にテストされた後、必要に応じてデバイスを QPI モードで持続的に実行させるために QA_NV ビットをセットできます。QA_NV ビットをセットしても、デバイスを通常モードに戻すために QA_V ビットを「0」に設定できますが、デバイスが常にリセット後に QA に戻るため、これは推奨しません。

9 セキュア シリコン領域 (SSR)

FS-S ファミリは、メイン フラッシュ アレイから独立した 1024 バイトのワンタイム プログラマブル (OTP) 領域を提供します。この領域は SSR とも呼ばれます。この領域は、32 バイトに整列された 32 個の個別にロック可能な領域に分割されます。(32 x 32 バイト = 1024 バイト)

SSR から読み出す場合、入力されたアドレスが 1024 バイトの領域外であるか、読み出し動作が 1024 バイトの領域を超えたりすると、読み出されたデータは不定になります。

SSR にプログラムする場合、入力されたアドレスが 1024 バイトの領域外であれば、プログラムコマンドは無視されます。エラーは報告されません。

SSR は、CR1V での FREEZE ビットで保護されます。FREEZE がセットされると、SSR プログラム コマンドは無視されます。エラーは報告されません。

SSR の領域 0 (最初の 32 バイト) は特殊な領域です。領域 0 の最初の 16 バイトはインフィニオンが固有デバイス ID (例えば、シリアル番号) として使用できる乱数をプログラムするために予約されます。次の 4 バイトはロックビットです。各ロックビットは領域 0～領域 31 に対応する 32 の SSR 領域を制御します。

乱数領域にプログラムしようとすると、プログラム エラーが発生します。

SSR 領域がロックビットによってロックされている場合、この領域にプログラムしようとすると、プログラムエラーが発生します。

SSR をプログラムする場合、プログラム ページ サイズは通常のフラッシュ アレイ ページ プログラムと同じで、CR3V の 02H_V ビットによって 256 バイトまたは 512 バイトになります。つまり、ユーザーは同じプログラムコマンドで複数の SSR 領域をプログラムできます。

入力されたプログラム データがページ サイズを超える場合、通常のページ プログラミング コマンドと同様に、データはページの先頭に折り返されます。この場合、ラッピングされたデータは、前述の特殊領域である領域 0 と一致する可能性があります。この場合、プログラム コマンドが、領域 0 の最初の 16 バイトを意図したデータを含んでいると、失敗する可能性があります。ページ プログラミング バッファの終端を超えてデータをロードすることは推奨されません。

10 サスペンドで許可されるコマンド

FS-S ファミリは、消去サスペンドとプログラム サスペンドの両方をサポートします。サスペンド機能は通常、許容可能なシステム応答レイテンシを保証するために、消去またはプログラムが完了する前に CPU がフラッシュの一部を読み出す必要がある組込みシステムで使用されます。

下位互換性および代替ソース互換性の理由から、ユーザーが選択できる消去/プログラム サスペンド コマンドは 3 つあります。(75h, B0h, および 85h) これらのコマンドはすべて同じように機能します。消去/プログラム再開コマンドも 3 つあります。(7Ah, 8Ah, および 30h) 最初の 2 つは同じように振る舞います。30h コマンドは、CR3V の 30h_V ビットにより、CLSR (クリア ステータス レジスタ) または消去/プログラム再開に使用できます。

デバイスが消去サスペンドまたはプログラム サスペンド状態にあるとき、それはコマンドのサブセットのみをサポートします。ソフトウェア開発者としては、デバイスがサスペンド状態のときに他のコマンドを実行しようとしてはいけません。以下の表は、サポートされるコマンドをまとめたものです。

表 10 サスペンド状態でサポートされるコマンド

コマンド名	16 進数の値	消去サスペンドでサポート	プログラム サスペンドでサポート
PP および 4PP[1)]	02h および 12h	有り	
READ および 4READ	03h および 13h	有り	有り
FAST_READ および 4FAST_READ	0Bh および 0Ch	有り	有り
DIOR および 4DIOR[1)]	BBh および BCh	有り	有り
QIOR および 4QIOR[1)]	EBh および ECh	有り	有り
DDRQIOR および 4DDRQIOR	EDh および EEh	有り	有り
MBR	F0h	有り	有り
RDSR1	05h	有り	有り
RDSR2	07h	有り	有り
RDAR	65h	有り	有り
WREN	06h	有り	
CLSR	30h または 82h	有り	
EPR	7Ah, 8Ah または 30h	有り	
RSTEN	66h	有り	有り
RST	99h	有り	有り
RESET	F0h	有り	有り
DYBRD および 4DYBRD	FAh および E0h	有り	
DYBWR および 4DYBWR	FBh および E1h	有り	
PPBRD および 4PPBRD	FCh および E2h	有り	

1 S25FS064S のみ

11 まとめ

本ガイドは、FS-S データシートの補足として、ソフトウェア開発者が低レベル ドライバやアプリケーション ソフトウェアを設計する際に役立つことを目的とします。本書では、FS-S ファミリの重要な機能およびデバイスの設定/動作の方法を説明しました。

改訂履歴

版数	発行日	変更内容
英語版**	-	本版は英語版のみの発行です。英語版の変更内容: Initial release
**	2015-10-30	これは英語版 001-98553 Rev. *A を翻訳した日本語版 002-03935 Rev. ** です。英語版の変更内容: Updated in Cypress template.
英語版*B	-	本版は英語版のみの発行です。英語版の変更内容: Updated logo and Copyright.
*A	2025-04-17	これは英語版 001-98553 Rev. *C を翻訳した日本語版 002-03935 Rev. *A です。英語版の改訂内容: Template update; no content update.

Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition 2025-04-17

Published by

Infineon Technologies AG

81726 Munich, Germany

© 2025 Infineon Technologies AG

All Rights Reserved.

Do you have a question about any aspect of this document?

Email: erratum@infineon.com

Document reference
IFX-rzq1701236179631

重要事項

本手引書に記載された情報は、本製品の使用に関する手引きとして提供されるものであり、いかなる場合も、本製品における特定の機能性能や品質について保証するものではありません。本製品の使用の前に、当該手引書の受領者は実際の使用環境の下であらゆる本製品の機能及びその他本手引書に記された一切の技術的情報について確認する義務が有ります。インフィニオンテクノロジーズはここに当該手引書内で記される情報につき、第三者の知的所有権の不侵害の保証を含むがこれに限らず、あらゆる種類の一切の保証および責任を否定いたします。

本文書に含まれるデータは、技術的訓練を受けた従業員のみを対象としています。本製品の対象用途への適合性、およびこれら用途に関連して本文書に記載された製品情報の完全性についての評価は、お客様の技術部門の責任にて実施してください。

警告事項

技術的要件に伴い、製品には危険物質が含まれる可能性があります。当該種別の詳細については、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください。

インフィニオンの正式代表者が署名した書面を通じ、インフィニオンによる明示の承認が存在する場合を除き、インフィニオンの製品は、当該製品の障害またはその使用に関する一切の結果が、合理的に人的傷害を招く恐れのある一切の用途に使用することはできないこと予めご了承ください。