8チャネル車載用IPD「SIP204300N-8ES」の開発

8-Channel Automotive Intelligent Power Device SIP204300N-8ES

野　竹　恭　弘*
Yasuhiro Nodake

概要　自動車の電動化，自動運転・ADAS，コネクテッド化の進展により，車両内のE/Eアーキテクチャは分散型からドメイン型，さらにゾーン型へ移行している。ゾーンECUの普及に伴い，限られた実装面積で多数の負荷を制御する必要があるため，半導体スイッチには多チャネル化，低消費電流化，高度な診断機能の実現が求められている。当社は，1パッケージに8チャネルのハイサイドスイッチを集積した車載用IPD「SIP204300N-8ES」を開発した。本製品はSPI通信，容量性負荷駆動モード，低消費電流アイドルモード，高精度電流モニタおよび各種保護・診断機能を搭載し，車載ECUの小型化，省配線化および高信頼化に貢献する。

1．まえがき

近年，自動車には電動化，自動運転，AI活用，コネクテッド化などの新たな技術が急速に導入されている。これらに伴い，ECU（Electronic Control Unit），センサー，アクチュエータを接続するE/E（Electrical/Electronics）アーキテクチャは，機能分散型からドメイン型，さらにゾーン型へと変化している。

ゾーン型アーキテクチャでは，車両各部に配置されたゾーンECUが多数の負荷を集約して制御する。このため，従来のメカリレーやヒューズを中心とした配電システムに代わり，保護･診断機能を内蔵したIPD（Intelligent Power Device）を用いるスマート配電システムの重要性が高まっている[1)]。

多数の負荷を個別に制御する場合，単チャネルまたは少チャネルIPDを複数個使用する構成では，実装面積，部品点数，MCU端子数および通信配線が増加しやすい。SIP204300N-8ESは，8チャネルを1パッケージへ集積し，SPI通信による状態監視と機能設定に対応することで，ゾーンECUやボディ制御ユニットに適した高密度配電を実現する。

さらに，常時バッテリーに接続される負荷の増加により，待機時の低消費電流化も重要な課題となっている。本製品は8チャネル集積と低消費電流アイドルモードを両立し，システムの小型化と暗電流低減の双方に寄与することを目標に開発した。

＊技術開発本部ﾊﾟﾜｰﾃﾞﾊﾞｲｽ開発統括部
IC製品開発部ｼｽﾃﾑ開発課

2．製品概要

SIP204300N-8ESは，BCD（Bipolar-CMOS-DMOS）プロセスを採用したモノリシック構成の車載用8チャネルハイサイドスイッチICである。高耐圧DMOS出力段，CMOSロジック，アナログ検出回路を同一チップ上に集積し，出力制御，保護，診断，通信機能を小型パッケージ内に実現した。

本製品は，需要の高い300mΩクラスのスイッチを8チャネル内蔵し，各チャネルの状態監視および保護動作をSPI通信により管理できる。**表1**に主な製品仕様，**図1**に機能ブロック図，**図2**に標準接続図を示す。

表1　主な製品仕様

項　目	仕　様
電源電圧	6～18 V（動作保証）
出力数	8チャネル
出力ON抵抗	300mΩ max.
最大出力電流	5 A/ch
通信方式	SPI（デイジーチェーン対応）
アイドルモード電流	80μA typ.（8出力ON，無負荷時）
主な保護・診断	過電流保護，過熱保護，過電圧保護，低電圧保護，オープン/ショート検知
その他	隣接チャネルを組み合わせた並列動作対応

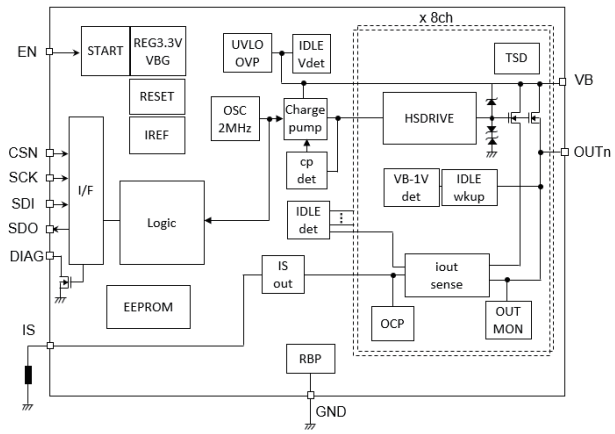

図1　機能ブロック図

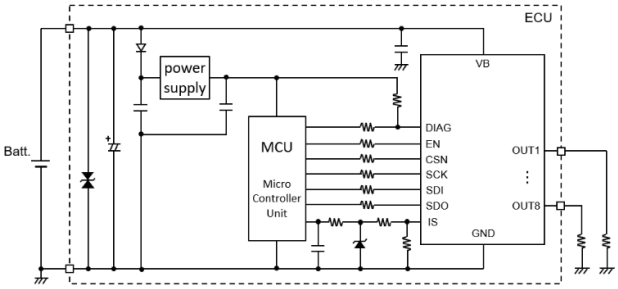

図2　標準接続図

3. 機能

3.1 8チャネル出力制御

本製品は8チャネルのハイサイドスイッチを内蔵した車載用IPDである。各チャネルはSPI通信により個別にON/OFF制御が可能であり，負荷構成に応じて柔軟な出力制御をおこなうことができる。

また，隣接する2チャネルを組み合わせた並列動作にも対応しており，負荷電流条件に応じた出力構成の変更が可能である。並列動作時には，対象となる2チャネルを同時にON/OFF制御し，過電流保護や過熱保護についても連動して保護動作をおこなう。

これらの出力制御に加え，SPI通信を介して各チャネルの診断情報を取得できるため，MCU側で負荷状態を一括して管理できる。

3.2 SPI通信機能

本製品はSPI通信インターフェースを搭載しており，出力のON/OFF制御，過電流保護，容量性負荷駆動モードおよびアイドルモードの設定，電流モニタ対象チャネルの選択, ならびに各種ステータスの確認が可能である。

SPI通信では，SDI信号により読み出し／書き込みの指定，アドレス，設定データおよびパリティ情報を送信する。SDO信号からは，ICの異常状態を示すフラグ，アドレス，データおよびパリティ情報を出力する。パリティ情報は通信エラーの検出に用いられる。

さらに，デイジーチェーン接続に対応しているため，複数ICを使用するシステムにおいてもMCUとの通信配線を削減できる。

3.3 容量性負荷駆動モード（CLDモード）

容量性負荷駆動モード（Capacitive Load Driving mode）は，ECU入力部などに接続される容量性負荷を充電するための機能である。出力ON時の突入電流を抑制しながら負荷容量を充電し，所定の条件に到達すると通常のON状態へ移行する。

本機能により，容量性負荷接続時の不要な過電流保護動作を抑制できる。

3.4 アイドルモード

常時バッテリーに接続される車載ECUでは，システム待機時の暗電流低減が重要である。

本製品は低動作電流のアイドルモードを搭載している。アイドルモードへは負荷電流が所定の閾値以下であることなどの条件を満たした場合に移行する。

アイドルモード中は，IC内部のチャージポンプによるゲート駆動電圧の生成，負荷電流の監視および低消費電流状態を周期的に切り替えることで，出力ONを維持しながら消費電流を低減する。負荷電流がアイドル復帰電流閾値を超えた場合には，通常モードへ復帰する。また，出力短絡などの異常に対して速やかに保護動作をおこなうため，アイドルモード中も過電流を常時監視し，異常を検出すると通常モードへ復帰するウェイクアップ機能を搭載している。

さらに，アイドルモードからの復帰時にDIAG端子を用いてMCUへ通知する機能も搭載している。

アイドルモード中も出力を維持できるため，常時給電負荷を持つシステムに適している。

3.5 電流モニタ・診断機能

負荷電流に応じた電流モニタ出力機能を搭載している。SPI通信によりモニタ対象チャネルを選択し，選択したチャネルの出力電流に比例した電流をIS端子から出力する。負荷状態監視，断線・短絡診断，異常の予兆検知などに活用できる。

3.6 保護機能

本製品は，車載用途で要求される各種保護機能を内蔵している。

過電流保護機能は，負荷地絡や負荷短絡などにより出

力電流が過電流保護設定値を超えた場合，該当チャネルの出力を遮断し，DIAG端子およびステータスレジスタにより異常を通知する。過電流保護設定値はSPI通信によりチャネルごとに設定可能である。

過熱保護機能は8チャネルそれぞれに搭載しており，各パワー素子の発熱源近傍に温度検出回路を配置することで，チャネルごとの温度上昇を検出する。過熱保護温度を超えた場合には該当チャネルを遮断する。

また，過電圧保護，低電圧保護，負電位クランプなどの保護機能を搭載し，車載電源環境における各種異常状態に対応する。

3.7 出力診断機能

本製品は，出力端子のオープン検知およびショート検知機能を搭載している。特に，出力ON中のショート検知では，出力電圧制御機能を用いて診断をおこなう。診断結果はステータスレジスタに反映され，MCUはSPI通信を介して各チャネルの異常状態を確認できる。

4. 特徴

4.1 8チャネル集積による高密度配電

公開情報に基づいて車載用SPI制御ハイサイドスイッチの市場動向をみると，低オン抵抗・大電流負荷向けの少チャネル製品，または中小電流負荷向けの多チャネル製品が多く展開されている。本製品は300mΩクラスのハイサイドスイッチを8チャネル集積しており，小電流負荷を多数扱うゾーンECUにおいて，IPDの搭載個数，実装面積および通信配線の削減に寄与する。

4.2 BCDワンチップ化による機能集積

BCDプロセスにより，パワー素子，アナログ検出回路およびデジタル制御回路を1チップに集積した。これにより，8チャネル出力，SPI通信，高精度電流モニタ，保護・診断機能を小型パッケージ内にまとめ，ディスクリート構成や複数IC構成に比べてシステム設計を簡素化できる。**図3**にチップレイアウトを示す。

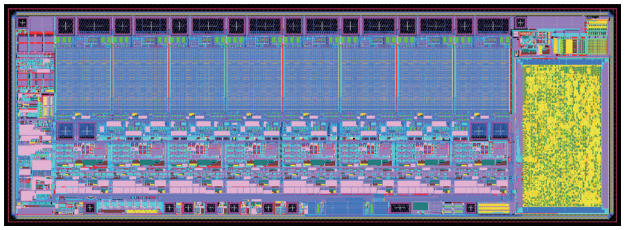

図3　チップレイアウト

4.3 低消費電流と多出力制御の両立

本製品は8チャネル動作状態でアイドルモード電流80μA typ.を実現した。常時接続負荷を監視しながら低消費電流化できるため，暗電流低減が重視されるボディ系ECUやゾーンECUに適している。

市場には低消費電流モードを搭載した製品も存在するが，多チャネルの出力状態を維持しながら低消費電流化できる点は，多数の小電流負荷を扱うシステムにおける本製品の特長である。

4.4 CLDモードによる容量性負荷対応

近年，センサー，通信モジュール，ECU入力段など容量性負荷を持つ機器が増加している。CLDモードを搭載することで，突入電流による不要な保護動作を抑制し，突入電流抑制のための外付け回路削減と起動安定性向上に貢献する。

4.5 高精度電流モニタとチャネル個別保護

高精度の電流モニタにより，単なるON/OFF制御だけでなく，負荷状態を定量的に監視できる。また，過熱保護回路をチャネルごとに搭載し，発熱源近傍で温度を検出することで，多チャネル動作時の局所的な発熱に対して適切な保護動作をおこなう。

4.6 パッケージ

図4にパッケージ外形図を示す。本製品は，放熱フィンとなる金属フレーム上にチップを搭載した構造であ

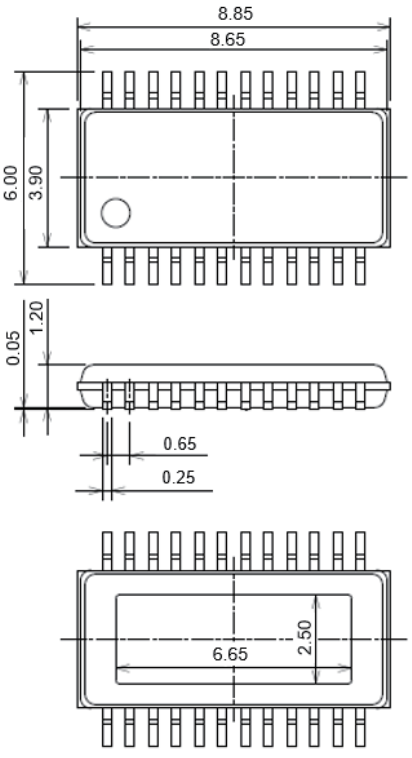

図4　外形図

る。小型･高放熱の面実装パッケージを採用することで，8チャネル集積時の放熱性と実装性を両立している。

4.7 市場要求に対する訴求点

表2　市場要求に対する本製品の訴求点

市場要求	市場製品の傾向	本製品の対応	メリット
多負荷制御	少チャネル高電流品と多チャネル品が用途別に展開	300mΩクラスを8チャネル集積	小電流多負荷を1パッケージで高密度制御
待機電流低減	常時接続負荷向けに低消費電流モードが重視される	8チャネル動作状態で80μA typ.のアイドルモード	ECUの暗電流低減と多出力制御を両立
容量性負荷対応	ECU入力容量やモジュール負荷の増加により突入電流対策が必要	CLDモードを搭載	突入電流抑制のための外付け回路削減に寄与
診断・保護	SPI診断，電流検出，保護機能の高度化が進展	高精度電流モニタ，各種保護・検知，チャネル個別過熱保護	負荷状態の定量監視と局所的な発熱に対する保護を実現

車載用ハイサイドスイッチには，大電流負荷に対応する低オン抵抗化と，小電流負荷を多数制御するための多チャネル化が，用途に応じて求められている。本製品は，小電流負荷を多数扱う車載配電用途に向けて，300mΩクラスのハイサイドスイッチを8チャネル集積した。さらに，低消費電流アイドルモード，CLDモード，高精度電流モニタならびに各種保護・診断機能を搭載することで，ゾーンECUに適した高密度かつ高機能な配電を実現する。

5. むすび

今回開発したSIP204300N-8ESは，8チャネルハイサイドスイッチの集積，SPI通信による状態監視と機能設定，容量性負荷駆動モード，低消費電流アイドルモード，高精度電流モニタおよび豊富な保護・診断機能を搭載した車載用IPDである。

本製品により，ECU基板の小型化，部品点数削減，MCU端子資源の有効活用，常時接続負荷の低消費電流化が期待できる。今後も当社は，車載配電システムの進化に対応した高機能IPD製品の開発を推進し，自動車の安全性，快適性および環境性能の向上に貢献していく。

参考文献

(1) 川口：サンケン技報，vol.56, p.5-01 – 5-04 (2024.11)