

PhotoDMOS-FET リレー技術解説

PhotoDMOS-FET Relay technical information

2020年02月発行

～ 内 容 Contents ～

- ◆ 概要 Introduction
- ◆ 特長 Features
- ◆ 応用 Applications
- ◆ 回路ブロック Circuit Block Diagram
- ◆ 内部構成と動作原理 Internal Configuration & Operation
- ◆ 負荷接続方法 Load connecting Method
- ◆ 使用方法 Description for use
- ◆ 注意事項 Precautions

■ Introduction 概要

In general, the device which is electrically separated and isolated between the input side and the output side, and whose output signal is controlled by input signal, is called Relay.

Relays are classified in two types. One type is with the contacts and the other is without the contacts(Non-contact). The main products of the contact type relays are Mechanical Relays, Reed Relays and Mercury Relays. PhotoDMOS-FET Relays are the Non-contact type.

PhotoDMOS-FET Relay consists of LED(Light Emitting Diode), Photodiode Array and two MOS FETs. Input side consists of LED and output side consists of Photodiode Array and two MOS FETs.

Input side and output side, optically coupled, are electrically separated and isolated. The two MOS FETs of output side are driven by the photo-voltaic force generated by Photodiode Array when LED emits light. Since these two MOS FETs are connected with source common, PhotoDMOS-FET Relay can control AC signal or DC signal.

Since PhotoDMOS-FET Relay is using semiconductor technology, its life span is very long, high reliability and high availability comparing with mechanical relays. As PhotoDMOS-FET Relay is Non-contact type relay, operation sound recognized in mechanical relays is not heard from PhotoDMOS-FET Relay. PhotoDMOS-FET Relay is driven by LED, therefore it can operate accurately without being affected by inductive noise generated by the drive coil as in the case of mechanical relay.

一般に、入力と出力間が分離・絶縁されていて、入力側の信号によって出力信号を制御するデバイスをリレーと言います。

リレーには大きく分類すると有接点リレーと無接点リレーの2種類があります。有接点リレーの代表的なものにメカニカルリレー（機械式リレー）やリードリレー、水銀リレーなどがあります。PhotoDMOS-FETリレーは後者の無接点リレーに該当します。

PhotoDMOS-FETリレーは、LED(発光ダイオード)、フォトダイオードアレイと2つのMOS FETから構成されます。入力側はLEDから構成され、出力側はフォトダイオードアレイと2つのMOS FETから構成されます。入力側と出力側は光結合され、電氣的に分離・絶縁されています。LEDが発光するとフォトダイオードアレイにより起電力が発生し、その起電力により出力側のMOS FETが駆動されます。2つのMOS FETはソース・コモンで接続されていますので、AC信号あるいはDC信号の制御が可能です。

PhotoDMOS-FETリレーは半導体テクノロジーを使用していますので、メカニカルリレーと比較して、寿命が非常に長く、高信頼性と高有用性があります。また、PhotoDMOS-FETリレーは無接点タイプのリレーですので、メカニカルリレーのような動作音はしません。更に、LEDで駆動されていますので、メカニカルリレーのように駆動するコイルから発生する誘導ノイズに影響されず、正確に動作をします。

■ Features 特長

- Switching of both AC/DC AC/DC兼用

As the output consists of two MOS FETs connected series with source common, AC/DC bi-directional signal switching is possible.

出力側は2つのMOS FETがソース・コモンで直列接続されていますので、AC/DC双方向信号のスイッチングが可能です。

- High Reliability and Long life span 高信頼性・長寿命

PhotoDMOS-FET Relay does not have the mechanical contact. Therefore there is no defacement of the contact. And life is practically unlimited.

機械的有接点ではなく無接点ですので、メカニカルリレーのような接点の摩耗がありません。寿命は半永久的です。

- Compact, thin, light and high density mounting 小型・薄型・軽量・高密度実装

Due to compact(DIP/SMD or SOP package), thin and light, high density mounting(reduction of mounting area and volume) is possible. The thickness of the SOP package is around 2 mm. Mechanical relays cannot provide this kind of thinness.

小型 (DIP/SMD、SOPパッケージ) ・軽量のため高密度実装 (実装面積、体積の削減) が可能です。SOPパッケージはリードリレーやメカニカルリレーでは実現出来ない薄さ2mm程を実現しています。

- Calm 静か

Due to Non-contact, there is no sound like mechanical relays.

無接点のためメカニカルリレーのような動作音はありません。

- No chattering and Bounce チャタリングやバウンスが無い

Due to Non-contact, there is no chattering and no bounce like mechanical relays.

無接点のためメカニカルリレーのようなチャタリングやバウンスがありません。

- High switching speed スイッチングスピードが高速

Due to semiconductor relays, high speed switching is available.

半導体リレーのため高速なスイッチングが可能です。

- Low Off-set voltage オフセット電圧が小さい

- Control low-level analog signals 微小アナログ信号の制御が可能

Due to MOS FET's output, Closed-circuit Off-set voltage is extremely low to enable to control low-level analog signals without distortion.

出力にMOS FETを使用していますので、オフセット電圧が極めて小さく、微小アナログ信号を歪み無く制御できます。

- Low operation current(Power-Saving) 低動作電流 (省電力)
There are also high sensitive product series. Their recommended Operation LED current is 2mA.
They are suitable to battery-driven devices.
推奨動作電流が2mAの高感度タイプの製品もあります。バッテリー駆動機器などに最適です。
- No need of the power supply to drive MOS FET MOS FET駆動電源が不要
Since output MOS FETs are driven by photodiode array directly, a power supply to drive output MOS FETs is not necessary. This results in easy circuit design and small PC board area.
フォトダイオードアレイにより直接駆動するため、MOS FETを駆動するための電源が不要で、回路設計が容易な上、プリント基板面積の節約ができます。
- Stable On-resistance オン抵抗が安定
Due to semiconductor, On-resistance is stable comparing with mechanical relays.
半導体のため、メカニカルリレーよりオン抵抗が安定しています。
- Low Off-state leakage current 低開路時漏れ電流
- Controls various types of loads 各種負荷に対応
Control various types of load such as relays, lamps, Light emitting diodes, heaters, motors, solenoids.
リレーやランプ、発光ダイオード、ヒーター、モータ、ソレノイドなどを制御できます。
- Extremely high Input-Output isolation 入出力間完全絶縁
Input and output are extremely isolated by the optical coupling.
入出力間は光結合により、完全に分離されています。
- Vibration proof and Shock proof 優れた耐震・耐衝撃性
Due to semiconductor, the products are free from vibration and shock.
半導体素子のためメカニカルリレーより耐震・耐衝撃性が優れています。

■ Applications 応用

● Measurement Equipment 計測機器

Memory Testers, Logic Testers, Board Testers, Data Loggers, Multi-point Recorders, Flow meters, Timers
メモリテスタ、ロジックテスタ、ボードテスタ、データログ、多点記録計、流量計、電子タイマー

● Telecommunication Equipment 通信機器

Modem, Electronic switching system, PBX, Multi-function Telephone, FAX
モデム、交換機、PBX、多機能電話、FAX

● Industrial Equipment 産業機器

Robotics, PC(Process Controllers), PLC(Programable Logic Controllers),
NC(Numerical Controllers), Compressors, Thermostats, Relay output I/O boards, actuator drivers
ロボット、PC (プロセスコントローラ)、PLC (プログラマブル・ロジック・コントローラ)、
NC (数値制御機器)、コンプレッサ、温度調節器、リレー出力I/Oボード、アクチュエータドライバ

● Medical Equipment 医療機器

Electrocardiograph, Electroencephalograph, X-ray CT scanners
心電計、脳波計、X線CTスキャナ

● Security Equipment 防犯・防災機器

Home security, Office security, Building security systems
家庭・事務所・ビル管理装置

● Home Electronics Equipment 家庭電気機器

Air-conditioners, Rice cookers, Refrigerators, Microwave ovens, Wash machines, Internet TV,
STB(Set Top Box), HNB(Home Network Box), Amusement instruments
エアコン、炊飯器、冷蔵庫、電子レンジ、洗濯機、インターネットTV、
STB (セット・トップ・ボックス)、HNB (ホーム・ネットワーク・ボックス)、アミューズメント機器

● Office Automation Equipment OA機器

Personal Computers(Desktop PC, Note-Book PC, Mobile PC), Word processors, Printers,
PDA(Personal Data Assistants/Adapters) ,LAN(Local Area Network)
パソコン (デスクトップ、ノートブック、モバイル)、ワープロ、プリンタ、
PDA (携帯情報端末)、LAN (ローカルエリアネットワーク)

● Tele-metrical Equipment 遠隔計測装置

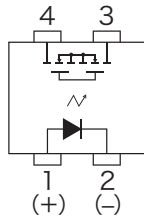
Automatic meter reading systems, Home medical equipment, Plant watching systems, Security systems
自動検針装置、在宅医療機器、プラント監視システム、防犯・防災監視システム

● Other applications requiring small size, high performance, high reliability switching.

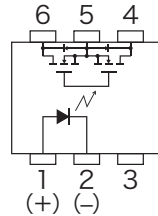
その他、小型、高性能、高信頼のスイッチを必要とする分野
Compact power supply, Electrical music instruments, Signal controllers
小型電源関連、電子楽器、信号制御関連

■ Circuit Block Diagram 回路ブロック

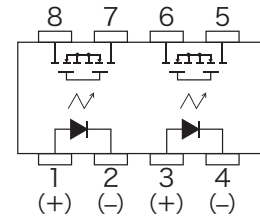
4pin Single-channel for AC/DC
4ピンAC/DC負荷兼用1回路



6pin Single-channel for AC/DC
6ピンAC/DC負荷兼用1回路

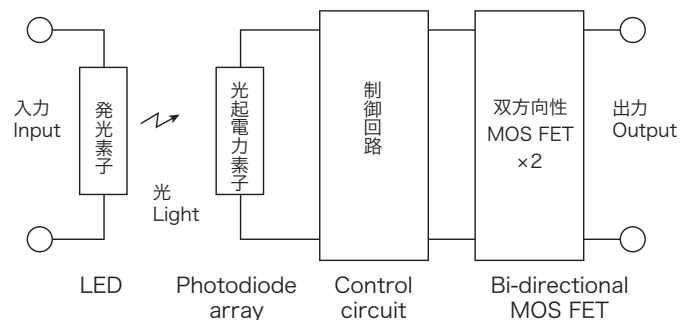


8pin Dual-channel for AC/DC
8ピンAC/DC負荷兼用2回路



■ Internal Configuration & Operation 内部構成と動作原理

● Internal Configuration 内部構成



● Operations 動作原理

ON Operation 動作時

1. When input current is applied on the light emitting component(LED), LED emits the light.
入力側に電流が流れると発光素子 (LED) が発光します。
2. Photodiode Array generates the photo-electromotive voltage, receiving the light of LED.
LEDの光を受光素子で受け、光量を電圧に変換します。
3. The photo-electromotive voltage is applied on the MOS FET gate via internal control circuit.
変換された電圧が内部に設けられた制御回路によって、出力側のMOS FETのゲートに印加されます。
4. When the voltage applied to MOS FET gates are charged to over the threshold voltage, output MOS FETs turn on.
印加された電圧がしきい値以上になると、MOS FETはオン状態になり、負荷回路がオンします。

OFF Operation 復帰時

1. When the input current is shut off, the light emitting component(LED) stops the emit of the light.
入力側の電流がオフになると発光素子 (LED) の発光が停止します。
2. When the emit of the light stops, the photo-electromotive voltage of Photodiode Array comes down.
LEDの発光が停止すると光起電力素子の電圧が低下します。
3. When the photo-electromotive voltage generated by Photodiode Array is decreasing, the charge of MOS FET gates is discharged via a discharge circuit in control circuit.
光起電力素子の電圧が低下すると、内部に設けられた制御回路によってMOS FETのゲート電荷が放電されます。
4. By the discharge from the MOS FET gate, output MOS FETs turn off.
放電されるとMOS FETはオフ状態になり、負荷回路がオフになります。

Load connecting Method 負荷接続方法

Type タイプ	Load 負荷	Connection 接続方法	Feature 特長
4pin	AC or DC		Control bi-directional signal. 双方向の信号を制御できます。
6pin	A		Control bi-directional signal. 双方向の信号を制御できます。
	B		On-Resistance is 1/2 of A-connection . 2 Make-contacts (Source Common) オン抵抗がA接続の1/2となります。 2メーク接点となります。 (但し、ソース・コモン)
C		On-Resistance is 1/2 of B-connection. オン抵抗がB接続の1/2となります。	
8pin	AC or DC		2 input and 2 output 2入力2出力回路となります。
			1 input and 2 output 1入力2出力回路となります。

■ Description for use 使用方法

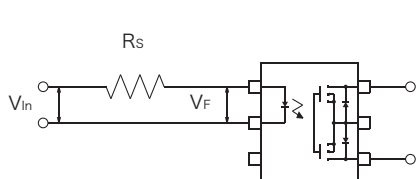
● Driving Method 駆動方法について

To drive PhotoDMOS-FET Relay, control input LED current. In practice, a constant voltage driving is more general. PhotoDMOS-FETリレーを駆動するためには、入力側のLED電流を制御します。回路上、定電圧駆動が一般的です。

● DC Operation 直流電圧駆動

The figure shows a basic example driven by DC voltage. In this case a resistor R_s is required to limit current. R_s is calculated using the following formula.

基本的な直流電圧駆動の例です。この場合、電流制限抵抗 R_s が必要になります。 R_s は次式によって算出されます。



$$R_s = \frac{V_{in} - V_F}{I_F}$$

V_{in} : Input voltage 入力電圧

V_F : LED forward voltage LED順方向電圧

I_F : Operation LED current 動作LED電流 (入力電流)

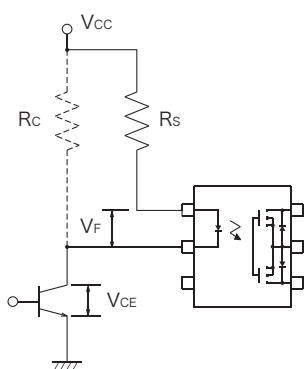
In this case, R_s should be less than calculated value considering temperature dependency.

但し、一般的には温度依存性等を考慮して R_s は計算式より小さいものを選びます。

● Transistor Operation トランジスタ駆動

The figure shows a basic example driven by Transistor. In this case a resistor R_s is required to limit current. R_s is calculated using the following formula.

トランジスタによる基本的な直流電圧駆動の例です。この場合、電流制限抵抗 R_s が必要になります。 R_s は次式によって算出されます。



$$R_s = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)} - V_F}{I_F}$$

In this case, R_s should be less than calculated value considering temperature dependency.

この場合も、温度依存性等を考慮して、計算式より小さい R_s を選びます。

V_{CC} : Supply voltage 電源電圧

V_F : LED forward voltage LED順方向電圧

$V_{CE(sat)}$: Transistor collector saturation voltage トランジスタのコレクタ飽和電圧

$V_{CE(off)}$: Transistor collector voltage when Tr is OFF. トランジスタOFF時のコレクタ電圧

If the leakage current through LED is enough low when the transistor is off, R_c is not necessary. However in order to more steady operation in Transistor OFF state, it is necessary to bypass the leakage current by R_c . In this case, V_F (off) should be less than 0.5 Volts.

トランジスタがOFF時に駆動回路のLEDに流れる漏れ電流が充分小さい場合は、漏れ電流をバイパスする抵抗 R_c は不要です。トランジスタのOFF時にトランジスタの漏れ電流により出力側がオンしないようにするためには、漏れ電流を R_c でバイパスします。この場合 $V_{F(off)}$ が0.5V以下になるように設定します。

Recovery LED Voltage for steady operation

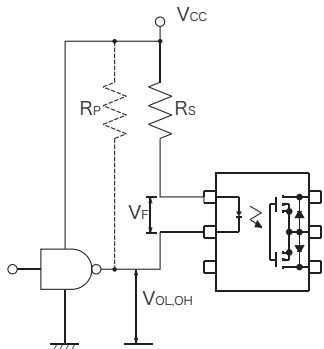
確実な動作を実現するための、復帰LED電圧 (LED順方向電圧) の求め方

$$V_{F(off)} = V_{CC} - V_{CE(off)} < 0.5V$$

● TTL or CMOS Operation TTL/CMOS駆動

The figure shows a basic example driven by TTL or CMOS logic IC. In this case a resistor R_s is required to limit current. R_s is calculated using the following formula.

TTLあるいはCMOSロジックICによる基本的な直流電圧駆動の例です。この場合、電流制限抵抗 R_s が必要になります。 R_s は次式によって算出されます。



$$R_s = \frac{V_{CC} - V_{OL} - V_F}{I_F}$$

In this case, R_s should be less than calculated value considering temperature dependency.

この場合も温度依存性を考慮して、計算式よりやや小さい R_s を選びます。

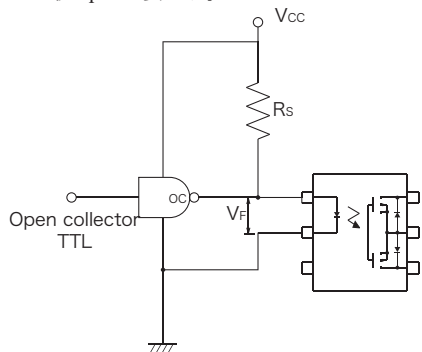
- V_{CC} : Supply voltage 電源電圧
- V_F : LED forward voltage LED順方向電圧
- V_{OL} : TTL/CMOS output voltage at "L" level TTL/CMOS "L"レベルの出力電圧
- V_{OH} : TTL/CMOS output voltage at "H" level TTL/CMOS "H"レベルの出力電圧

Recovery LED Voltage for steady operation
 確実な動作を実現するための、復帰LED電圧 (LED順方向電圧) の求め方

$$V_{F(off)} = V_{CC} - V_{OH} < 0.5V$$

A pull-up resistor R_p is necessary to bypass logic-high leakage current with sufficiently small voltage drop to ensure an OFF-voltage less than 0.5V. R_p is not required if the logic output has an internal pull-up circuit that is able to satisfy the OFF-voltage requirement of PhotoDMOS-FET Relay. With open-collector TTL outputs, R_p is always required to ensure that V_F (off) < 0.5V.

OFF電圧を0.5V以下に確実にするためにはロジック・ハイの漏れ電流をバイパスするためにプルアップ抵抗 R_p が必要です。ロジックの出力がオフ電圧を満足させることができる内部プルアップ回路を持っている場合には、プルアップ抵抗 R_p は必要ありません。ロジックの出力がオープンコレクタのTTLの場合には V_F (off) < 0.5Vを確実にし、安定した動作のためにはプルアップ抵抗 R_p が必要です。



Another example circuit that can be used with open-collector TTL gate is shown the following figure. This driving circuit eliminates the extra pull-up resistor, R_p , required by the circuit in above figure.

オープンコレクタ出力のTTLが使用される場合の別の駆動回路が左図に示されています。この回路では、上図のプルアップ抵抗 R_p を省略することが出来ます。In this case a resistor R_s is required to limit current also. R_s is calculated using the following formula.

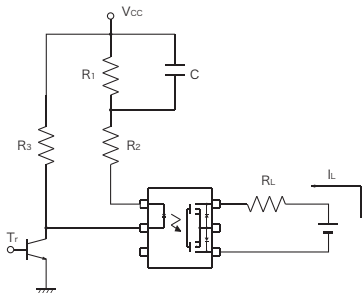
この場合も、電流制限抵抗 R_s が必要になります。 R_s は次式によって算出されます。

$$R_s = \frac{V_{CC} - V_F}{I_F}$$

In this case R_s should be less than calculated value considering temperature dependency also.

この場合も温度依存性を考慮して、計算式よりやや小さい R_s を選びます。

● High Speed Operation 高速スイッチング方法について

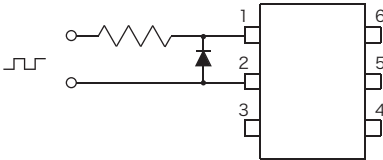


- $V_{CC} = 5V$, $I_L = 100mA$
- $R_1 = 300\Omega$, $R_2 = 51\Omega$, $R_3 = 82k\Omega$
- $C = 2.0\mu F$

On the above mentioned circuit condition, the Turn-On Time of AA30, around 0.2ms at $I_F = 10mA$, becomes around 0.03ms. AA30の場合、左図の回路条件で、 $I_F = 10mA$ で約0.2msの動作時間が約0.03msになります。

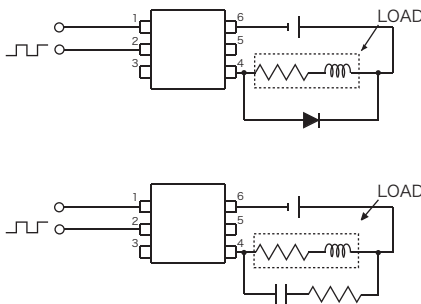
■ Precaution 注意事項

● Input Surge Voltage 入力側サージ電圧について



In case that reverse surge voltages occur at the input terminals, please connect a diode inversely in order not to apply an overrated voltage on them. The figure shows a typical circuit example to protect input pins from reverse surge voltage. 入力端子にLED逆電圧以上の逆サージが発生する場合は、逆サージ防止用のダイオードを挿入してください。その代表的な回路例を左図に示します。

● Output Spike Voltage 出力側スパイク電圧について



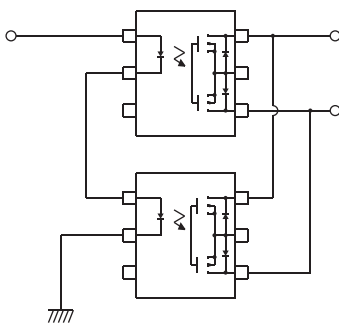
If inductive load generates spike voltages which exceed absolute maximum rating, spike voltages must be limited by a clamp diode or a R-C snubber circuit connected across the load. A long distance wiring caused inductance generates spike voltages, so it is required to design wiring of circuits as short as possible. The figure shows typical circuit examples.

出力端子間に絶対最大定格を超えるスパイク電圧が発生する誘導性負荷の場合は、スパイク電圧を制限する保護回路を挿入してください。また、回路配線を長くするとインダクタンスが生じ、スパイク電圧が発生しますので、できる限り回路配線を短くする設計が必要です。その代表的な回路例を左図に示します。

● 連続した高速スイッチングを行う場合の注意

Maximum response frequency depends on input conditions(I_F, duty) and load conditions. PhotoDMOS-FETリレーの品種、入力条件 (I_F、デューティ)、負荷条件により最大応答周波数が異なります。

● Use in Parallel 並列使用について



In principle, it should be avoided to use relays in parallel to increase the current capacity. When using them in parallel, do not exceed the absolute maximum rating of the load current for each relay. However the usage in parallel is effective to reduce On-Resistance.

電流量を大きくする目的での並列使用は避けて下さい。並列で使用する場合、それぞれの絶対最大定格の負荷電流範囲内でご使用下さい。オン抵抗を小さくしたい場合などに有効な方法と思われれます。

● Short-circuit between input and output 端子間の短絡について

A short-circuit between input and output pins should not be made because it causes a damage on internal circuit. リレー動作中に入出力間を短絡させないで下さい。内部回路を破壊することがあります。

■ ご利用に際してのご注意

1. 本資料に記載された内容は、品質改善、設計改良等により、予告なしに変更する場合がありますのでご了承下さい。また、応用回路例・情報等は、基本的な使用方法を示したものであり、第三者の工業所有権、その他の権利の実施に対し保証または、実施権の許諾を行うものではありません。
2. 当社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、部品の性格上、故障が皆無ではありません。ご使用に際しましては、故障が生じ直接人命を脅かしたり、身体または財産に危害を及ぼさないよう装置やシステム上での十分な安全設計をお願いいたします。
本部品は、生命維持のための医療機器、航空宇宙用、原子力制御用、安全装置などの極めて高い信頼性を要求される装置やシステムへの使用を目的とはしておりません。これらの用途にご使用をお考えの場合は、事前に当社営業部までご相談願います。
3. 設計に際しましては、最大定格、駆動電圧範囲、環境特性等の保証範囲内でご使用下さい。当社の過失により生じた故障の場合は、その故障部品の代替品を双方打ち合わせの上、交換いたします。なお、ここでの代替品とは納入品単体を意味するもので、それにより誘発される損害は、保証の対象から除外させていただきます。
保証値を超えての使用、誤った使用、不適切な取り扱い、天災等の不可抗力による故障につきましては、当社では責任を負いかねますのでご了承下さい。
4. 本資料に記載された内容を当社に無断で転載または、複製することはご遠慮下さい。

OKITA WORKS CO., LTD.
株式会社 沖田製作所

〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂 2-10-7 新大宗ビル

TEL. 03-3464-3561 (代表)
FAX. 03-3464-3482

【URL】 <http://www.okita.co.jp>
【E-mail】 sales@okita.co.jp