

B11

回転走査型半導体レーザレーダにおける非接触信号および電力伝送系の試作 The Trials of Signal and Power Transmission System without electrical contact for Laser Diode Radar System of Rotatory scanning

秋山貴宏 榎本博之 兼岩武生 池田絃一

Takahiro Akiyama, Hiroyuki Enomoto, Takeo Kaneiwa, Koichi Ikeda

東京理科大学 理工学部

Faculty of science & engineering Tokyo Rika Daigaku

abstract

It is possible to transmit the signal and the power to rotating equipment by using rotarytransformer. In the experiment of power transmission, the total transmitted power is 38.1 [W] with two pair coils of rotarytransformer. The applied input voltages to each coil are 90 [deg.] out of phase. In the experiment of signal transmission, it is possible to transmit signal by frequency of 70[MHz].

1. 背景

半導体レーザレーダを近距離の探査をする高分解能レーダーとして応用する場合、全方位の水平走査を行う必要がある。送受信装置の回転を可能とするには、回転系である送受信装置と非回転系との間で、信号と電力の伝送が必要となる。このため、当研究室では信号と電力の伝送法として、ロータリートランスに着目した。ロータリートランスの構造は、回転系と非回転系が完全に分離されており、電氣的にな接点を持たない。このため、回転によって電氣的なノイズが発生せず、安定なシステムの構築が可能である。本研究目的は、ロータリートランスを用いて、回転系である送受信装置に非接触による信号と電力の伝送を行い、全方位の水平走査が可能な半導体レーザレーダシステムを開発することである。

2. ロータリートランス

実験に用いたロータリートランスの構造を図2に示す。軸とローターは一体となっており、ステーターを固定した場合でも、軸とローターは、回転が可能となっている。このコアには、ローター側、ステーター側の両方にコイルを組み込める巻き線スロットが6本ずつ同心円状に存在している。

今回は、そのローターとステーターのスロットを二つ一組とし、6組のスロットに直径の大きいものから順番に1～6まで番号を付けた。

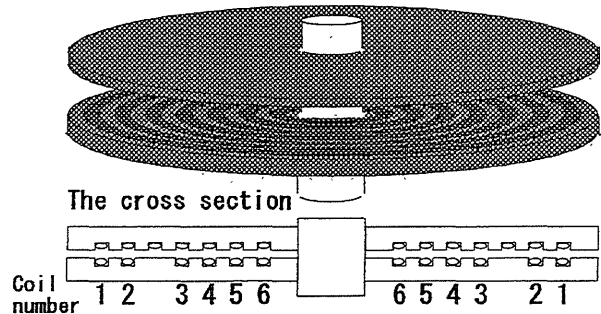


Fig. 1 The structure of rotary transformer.

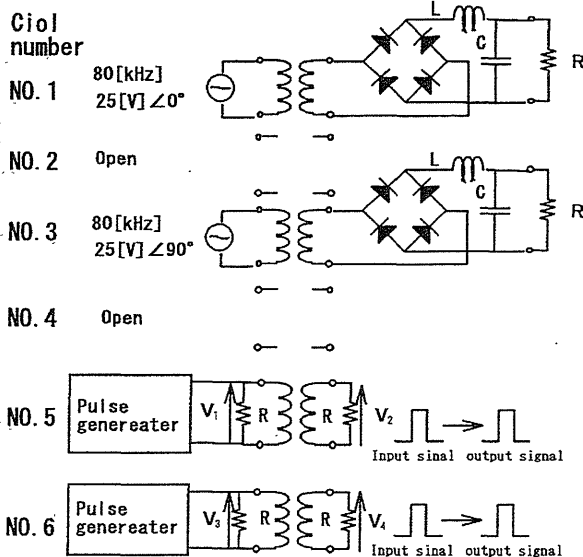


Fig. 2 The image of phase.

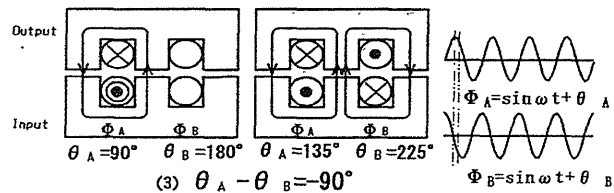
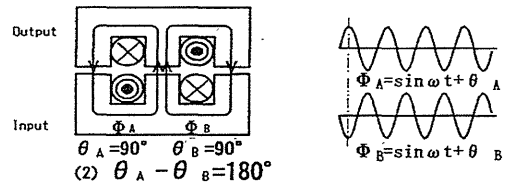
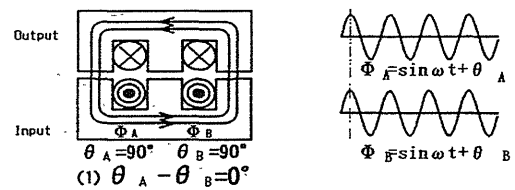


Fig. 3 The circuit for experiment.

3. ロータリートランスによる信号伝送

周波数特性の優れている6番コイル対を用いて信号伝送の実験を行った。改良前、6番コイル対のエナメル線の直径は0.1[mm]、ローター側対ステーター側のコイルの巻線比は6:3であり、その周波数特性のフラットな帯域は10[MHz]であった。従って、コイルのインダクタンスを小さくし、周波数特性を向上させるため、直径0.3[mm]のエ

ナメル線を3ターン巻いたコイルに取り替え、終端抵抗を変化させ周波数特性を測定した。このコイル対は受信信号の伝送のため、ローター側に100[mV]の信号を入力した。その結果、ステーター側のコイルの終端抵抗を255[Ω]にした場合に最も高域である70[MHz]までフラットな特性を示し、改良前と比較して帯域は約7倍に広がった。6番のコイルの信号伝送の周波数特性をFig. 4に示す。

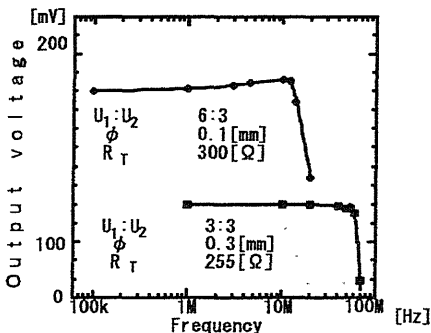


Fig. 4 Frequency characteristic for No. 7 coil.

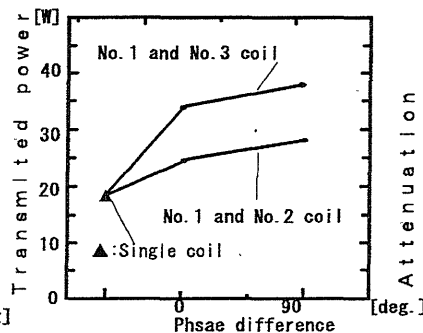


Fig. 5 Transmitted power.

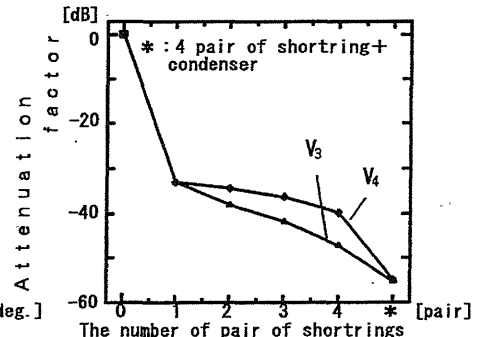


Fig. 6 Attenuation factor.

4. 電力伝送実験

二組のコイル対を用いて電力伝送実験を行った。Fig. 3に示すように、二組のコイルのステーター側に80[kHz]、25[V]の正弦波の交流電源をつないだ。コイル対はエナメル線の直径が0.1[mm]、ステーター対ローターのコイルの巻き線比が6:6のものを用いた。用いた二組のコイル対は、1番と2番コイル対、1番と3番コイル対である。そして、二組のコイルの入力電圧の位相をFig. 2に示す様に(a)同位相 (b)逆位相 (c)90[deg.]の位相差の三つの場合に変化させた。また、一組のコイル対での伝送も行った。その結果、(a)同位相では磁束が飽和し、伝送不可能であり、(c)90[deg.]の位相差の場合において最大38.1[W]の伝送が確認された。その結果をFig. 5に示す。

5. 信号線への漏洩ノイズの測定

電力と信号の個々の伝送は可能であることが確認された。そこで、Fig. 3に示す回路にて、電力と信号の同時伝送を試みた。その結果、信号伝送用の6番コイル対のローター側とステーター側に振幅0.78[V]、5番コイル対のローター側とステーター側に振幅1.59[V]の漏れ電力が確認された。

このため、信号伝送用コイルへの漏れ電力をなくすために、電力伝送用コイル対と信号伝送用コイル対の間にショートリングを挿入し、漏れ電力の減衰を調べた。この実験においては、1番コイルのみで電力伝送を行い、2番～5番スロットにはショートリングを挿入した。測定回路図をFig. 7に示す。

その結果、信号用コイル対のローター側V3とステーター側V4において、巻き線からの漏れは最大で48.5[dB]減衰し、電圧としては5.9～5.0[mV]にまで減衰させることが可能であった。この5.9～5.0[mV]の漏洩ノイズは整流時に生じるスパイクノイズである。従って、この電力の整流時に生じるスパイクノイズを減少させるために、ステーター側とローター側に0.1[μF]コンデンサを並列に挿入した。その結果、6番コイル対への漏洩ノイズの大きさは2.2[mV]となり、55.3[dB]の減衰となった。漏れ電力の減衰率をFig. 6に示すとともに、漏洩ノイズの波形をFig. 8に示す。

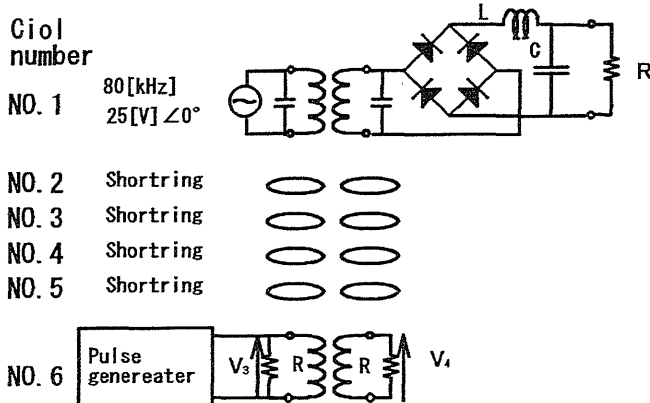


Fig. 7 The circuit for measuring leak noise.

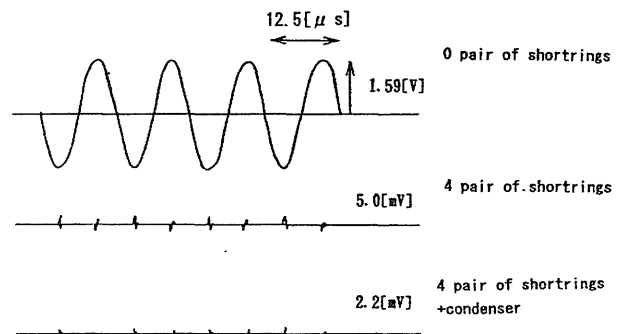


Fig. 8 The wave form of leakage noise in No. 6 coil.

6. まとめ

ロータリートランスを用いて信号と電力の伝送を試みた結果、信号伝送においては6番コイル対を用いることで70[MHz]までフラットな領域を得るとともに、電力伝送に関しては、1番および3番コイル対を用い、二つの電流の位相を90[deg.]ずらすことで38.1[W]の伝送が可能であった。信号と電力の同時伝送においては、電力波形の信号線への漏れが存在したが、ショートリングを電力用コイル対と信号用コイル対の間に4組挿入することで、漏れを48.5[dB]減衰させることが可能であった。また、整流時のスパイクノイズを減少させるためコンデンサをローターとステーターに並列に挿入したところ、漏洩ノイズの減少は55.3[dB]となり、1.59[V]の漏洩ノイズを最終的に2.2[mV]にまで押さえることが可能であった。