

野村彰夫 高岸庸え 斉藤保典 鹿野哲生

Akio NOMURA Hiroyuki TAKAGISHI Yasunori SAITO and Tetsuo KANO

信州大学工学部情報工学科

Department of Information Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University

1. はじめに

筆者らは同時2波長発振色素レーザーを用いたDIALシステムの開発研究を行っている。それと同時に、この色素レーザーの励起用光源として用いる窒素レーザーの高出力化の為の動作解析を理論的および実験的に検討を行ってきた。今回は、Blumlein型窒素レーザーにおけるスパークギャップ側回路パラメータ(容量、インダクタンスおよび抵抗)の出力特性への影響について、従来の計算結果が実験結果と異った傾向を示したので、その原因について詳しく検討する。さらに、試作したBlumlein型窒素レーザーを用いてスパークギャップ条件(圧力と電極間隔)を変化させ、インダクタンスとギャップ抵抗の変化を求め、出力との関係を実験的に調べたので、これらについて報告する。

2. 理論的検討

窒素レーザーの理論的動作解析の方法については以前に詳しく述べたので、ここでは簡単にふれる。レート方程式には Gerry⁴⁾が提案した飽和近似を適用した。また、回路方程式について、以前は近似解を用いたが、今回は厳密解を用いている。これらの式の解は電子計算機を用いて Runge-Kutta法による数値微分解析によって求められた。

最初に他の回路パラメータを一定として、スパークギャップ側容量 C_2 および残留インダクタンス L_s の出力への影響について調べた従来の結果を Fig. 1 と Fig. 2 の中の実線で示した。これらは実験結果とは異った傾向を示している。すなわち、容量について実験ではストレージ側容量 C_1 (この場合 10 nF) と同じ値付近に最適値が存在して、それより小さい領域では出力は減少している。また、 L_s については小さい程大き

な出力が得られている。これらの違いの原因は解析において他の回路パラメータが一定と仮定しているところにあると考えられる。特にスパークギャップ抵抗 R_{sg} は C_2 や L_s の影響を受けるはずである。そこで、これらを考慮して再度検討を行った。

容量に関して、Toepfer⁶⁾の火花法則によれば C_2 の減少に伴い R_{sg} の値は増加することが期待される。岩崎らの実験結果⁷⁾や我々の計算結果から、 $R_{sg} \propto C_2^{-1/2}$ の関係が得られたので、この関係を用いた計算結果を Fig. 1 の中の点線で示した。ほぼ実験結果を満足する結果を手えている。一方、 L_s については、後の実験結果からも明らかのように、 R_{sg} と L_s はスパークギャップ間隔の変化に対して直線的な関係なので、これを考慮した結果を Fig. 2 の中の実線で示す。この結果も実験結果と良好一致を示している。このことは従来 L_s が小さい程大きな出力が得られると言われてきたが、実際には L_s の減少に伴う R_{sg} の減少が重要な役割を果していることを示している。

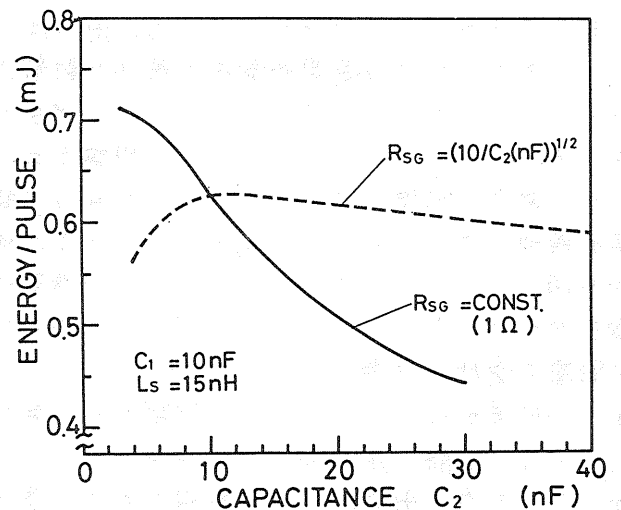


Fig. 1. レーザ出力-スパークギャップ側容量

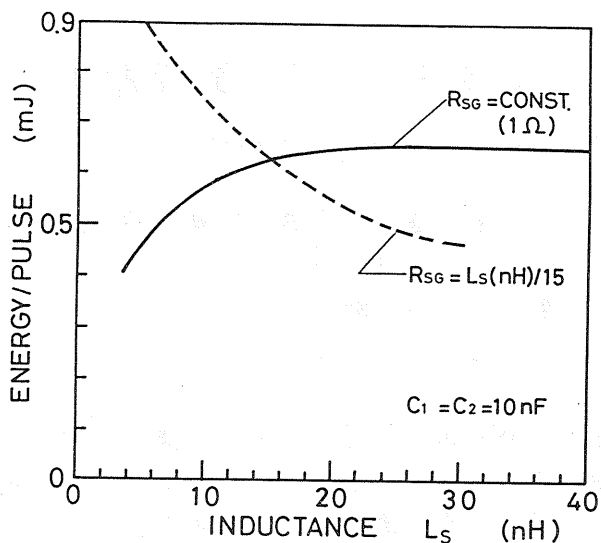


Fig. 2, レーザ出カースパークギャップ側インダクタンス

3. 実験的検討

ここでは試作したBlumlein型窒素レーザを用いてスパークギャップ圧力およびギャップ間隔を変化させ、それによる L_s および R_{sg} の変化を求め、出力との関係について検討を行う。

スパークギャップは加圧式同軸型で2.2気圧まで加圧可能、電極間隔は0~3mmまで可変となっている。 L_s および R_{sg} はスパークギャップ側のみの過渡応答振動電圧波形から求められた。この測定には高電圧プローブ(TEKTRONIX社, P6015)と200MHzのオシロスコープを用いた。出力はレーザパワーメータ(SCIENTECH社, Model 36001)により測定された。

最初にスパークギャップ間隔を一定(2mm)として、ギャップ圧力によって放電開始電圧を変化させた場合の L_s および R_{sg} さらに出力の変化をFig. 3に示す。圧力の増加に対して、 R_{sg} は減少するが L_s は一定となっている。出力は、 R_{sg} の減少および放電開始電圧の増加の影響で急激な増加を示している。一方、ギャップ圧力を一定(1.8 atm.)として、ギャップ間隔を変化させた場合の結果をFig. 4に示す。ギャップ間隔の増加に伴い、 R_{sg} 、 L_s ともに同じような増加の傾向を示している。また、出力は放電開始電圧が大きくなるにもかかわらず、 R_{sg} の増加の影響を受けて急激なのみを示していない。これらの結果から、 L_s はギャップ間隔のみに依存し、 R_{sg} は間隔、圧力両方に依存することになった。また、出力は R_{sg} の影響を大きく受けていることも明らかとなった。

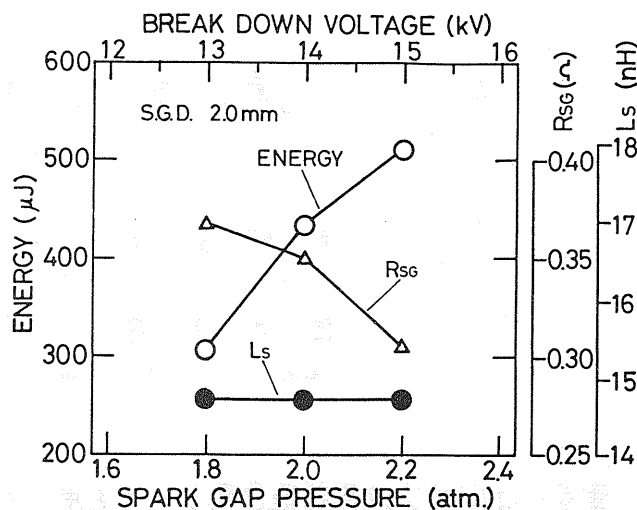


Fig. 3, ギャップ圧力によるギャップ抵抗, インダクタンスおよび出力の変化。

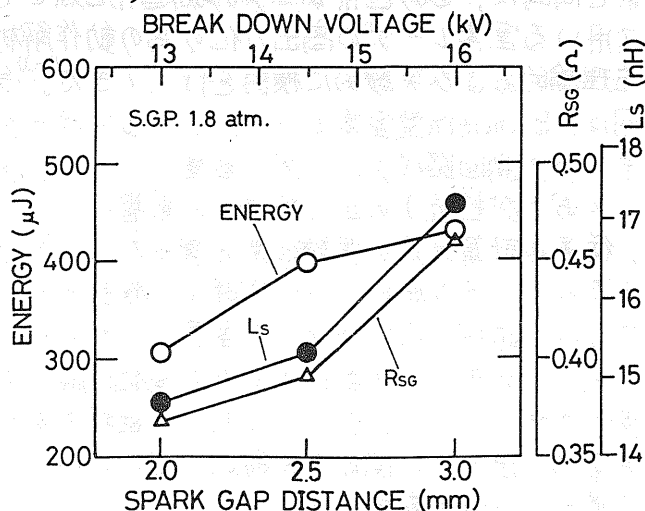


Fig. 4, ギャップ間隔によるギャップ抵抗, インダクタンスおよび出力の変化。

4. まとめ

以上の結果から、従来の解析結果と実験結果の違いは、スパークギャップ抵抗の変化を考慮することにより解決された。さらに従来あまり考慮されなかったギャップ抵抗が出力に大きな影響を与えていることが明らかとなった。また、実験からギャップ抵抗はギャップ間隔と圧力の両方に依存し、インダクタンスはギャップ間隔のみに依存している。さらにギャップ抵抗の出力への影響についても実験的に確かめられた。

文献

- 1) 野村, 鹿野: オ6回レーザーシンポジウム予稿集, 26, (1979)
- 2) 野村, 斎藤, 鹿野: 応用物理学会, 124, (1979秋); 133, (1980秋); 194, (1981秋); 249, (1982春).
- 3) 高岸, 野村, 斎藤, 鹿野: 応用物理学会, 248, (1982春).
- 4) E. T. Getty: Appl. Phys. Letters, 7, 6 (1965).
- 5) C. Iwasaki and T. Jitsuno: IEEE, J. Q. E. QE-18, 423 (1982).
- 6) 電気学会編: 放電ハンドブック, P100.
- 7) 岩崎: 修士学位論文, 甲南大理, (1981).