

超音波接合のための 40 kHz 用振動体の開発 Development of Ultrasonic Welding for 40kHz vibrating source

○杉山 慶¹, 浅見拓哉², 三浦 光²
*Kei Sugiyama¹, Takuya Asami², Hikaru Miura²

Abstract: In this study, We intend that it is performed in a short period of welding time and removal of the coating of the coated conductor using the longitudinal and torsional vibration in the ultrasonic welding. In this report, we examined the vibrator for ultrasonic welding using 40kHz. For the characteristics of the vibrator, vibration displacement was measured in the case of the load and no load.

1. はじめに

近年、携帯電話や移動用通信機器などの小型化、多機能化に伴い、これらに用いる各種電子部品の小型化、高性能化が求められている。それらの部品の一つに高周波チップコイルがあり、巻線チップコイルが多く使用されている。

巻線チップコイルの製造過程に、被覆導線とセラミックチップ上に形成されたはんだ電極の接合がある。現在その接合にはヒートパルス方式が使用されているが、熱を利用しているため、加熱を行った時に被覆線の被覆耐圧が低下してしまうことや、接合時の過熱及び冷却に時間を要することなどが問題になっている。これまでこの接合に超音波を利用し、被覆の除去及び接合を行う検討がされていたが、被覆の除去が完全でなく、はんだ内に残ってしまう問題点があった^[1]。

そこで本研究では、超音波接合において、これまで検討していた縦-ねじり複合振動^[2]を使うなどして、これらの問題の解決し、被覆導線の被覆の除去及び接合を短時間で行うことを目的としている。

ここでは、40 kHz 音源を用いた場合の超音波接合のための振動体を考案し、その振動体の特性として、無負荷時と負荷を加えた状態での振動変位について検討した。

2. 超音波振動体の構造

Fig.1 は今回考案した 40 kHz 用振動体の概略である。振動体は直径 25 mm、長さ 66 mm の 40 kHz 用振動子に、太端面の直径 25 mm、細端面の直径 12 mm、長さ 59.4 mm のフランジが一体化されている振幅拡大比約 4 のステップホーン、その先に太さ 12 mm の一様棒を取り付け、先端に皿ねじで厚さ 1mm 外径 14mm 内径 8mm のチップを固定した構造である。

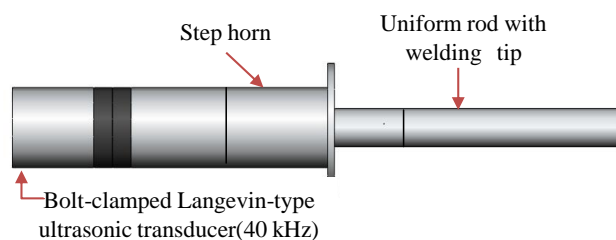


Fig.1 Ultrasonic vibration source.

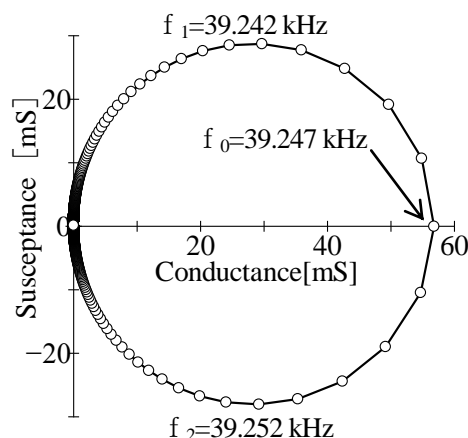


Fig.2 Admittance loop of the step horn and transducer.

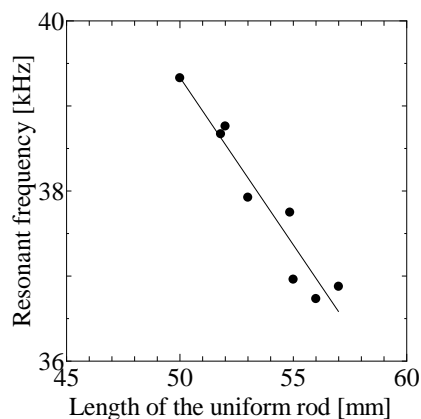


Fig.3 Relationship of length of the uniform rod and resonant frequency.

3. 一様棒の長さの検討

Fig.2 は振動子とステップホーン部分のみのアドミタンスループの結果である. この場合の共振周波数は 39.247 kHz となり、この時のコンダクタンスは 57 mS であった.

接合チップを取り付けた状態の一様棒の長さを検討するため、一様棒の長さを変化させた時の共振周波数を測定した. Fig.3 はその結果である. 図は横軸に一様棒の長さを、縦軸にその時の共振周波数を取っている. 図より、一様棒の長さが長くなると、共振周波数が低くなるのが分かる. 一様棒を取り付けた時の共振周波数は、ステップホーンまでの時と同じ値にする必要がある. この結果から、一様棒の長さは 50 mm とした. 共振周波数は 39.329 kHz である.

Fig.4 はこの時の振動体のアドミタンスループの結果である. 共振周波数は 39.329 kHz となり、コンダクタンスの最大値が 12.95 mS である.

4. 加圧した場合の振動体先端チップの振動変位

次に、加圧を行った時の接合チップが振動する様子を確認するため、加圧した場合の振動体先端チップの振動変位を測定した. 加圧には振動体の自重を用いた. 振動体の自重によって接合チップにかかっている力を、デジタル式自動はかりを用いて測定した. 加圧は無負荷、1 N、3 N とし、それぞれの場合について振動体先端部の振動変位をレーザドップラ振動計を用いて測定した.

Fig.5 は振動体先端チップの測定位置を示す. 測定位置はチップ先端部のはかりに振れている点を $X=0$ mm として、14 mm まで測定した. なお $X=5$ mm から 9 mm まではねじ部のため測定していない. 測定は入力電圧 8 V 一定で行った.

その結果を Fig.6 に示す. 図は横軸に測定位置 X を、縦軸に振動変位を取っている. 図より振動変位は、加圧を増加させることにより下がることが分かった. また、振動変位は位置によらずほぼ一定であることが分かった. このことから、チップと一様棒が一体振動していることが分かる. また、今回開発した振動体において、加圧時にもある程度振動することが分かった.

5. まとめ

40 kHz 音源を用いた場合の超音波接合のための振動体を考案した. その結果、一様棒の長さが 50 mm で共振周波数が 39.329 kHz になった. また、その振動体の特性として、無負荷時と負荷を加えた状態での振動変位について検討した. その結果、チップ部での振動変

位は、位置によらずほぼ一定であること、加圧を増加させることにより下がるが、加圧時でもある程度振動することが分かった.

参考文献

- [1] 荘司郁夫, 他, エレクトロニクス実装学会誌 Vol.7 No.7 pp.622-628, 2004.
- [2] 杉山 慶, 斎藤大貴, 浅見拓哉, 三浦 光, 音講論集 pp.1339-1340, 2014.3.

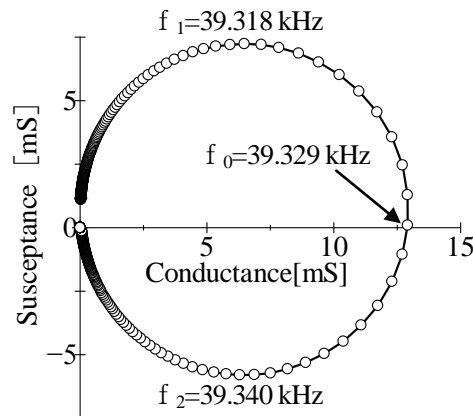


Fig.4 Admittance loop of the ultrasonic vibration source.

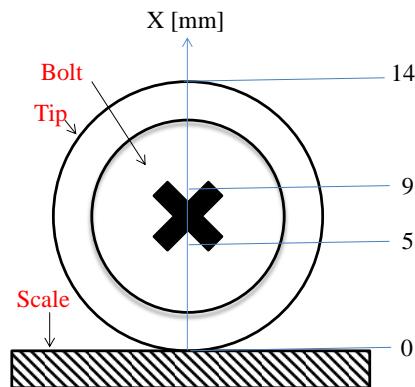


Fig.5 Outline of a welding tip of vibrating source.

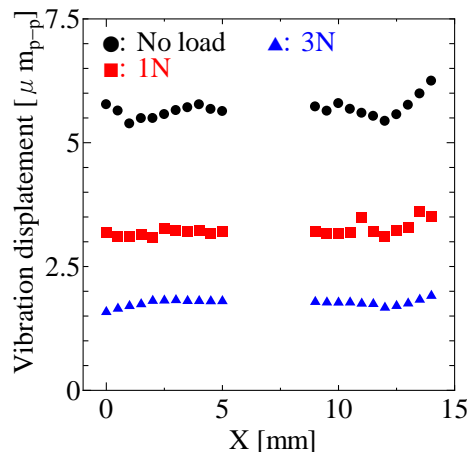


Fig.6 Relationship between position X and vibration displacement.