

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-205232  
(P2004-205232A)

(43) 公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G01B 17/00

F I  
G O 1 B 17/00

テーマコード(参考)  
2 F 0 6 8

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2002-371318 (P2002-371318) (22) 出願日 平成14年12月24日 (2002.12.24)</p>	<p>(71) 出願人 302033540 有限会社ツツイ電子 東京都武蔵野市関前2-10-22 ハウスラピュタ104 (72) 発明者 筒井 透 埼玉県所沢市山口5040番地39-5-303 Fターム(参考) 2F068 AA21 BB03 CC13 FF04 FF25</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 超音波測長装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、コンクリート、土中、などに埋設された、構造体の長さ計測に関する。

従来計測できなかった、周囲をコンクリートや、土砂などにより拘束された、長尺金属の長さを計測することができる。

【解決手段】送受信感度を大にする目的で、パースト波により探触子を駆動し探触子を共振させた。

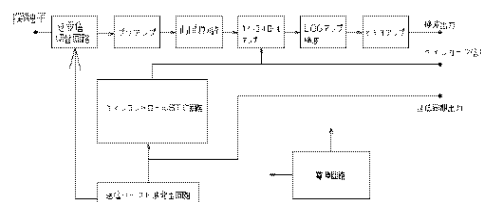
探触子励振周波数をケーブルを含めた、反共振点に合わせた。

探触子のQを数十に増加させた。

送信エネルギーを有効に利用するため、送信時間中は受信回路を送信回路から切り離れた。

【選択図】 図1

ブロック図



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電気音響変換手段とバースト波駆動手段を有し、  
駆動周波数を電気音響変換手段の反共振点で行うことを特徴とする測長装置。

## 【請求項 2】

バースト波駆動時間中は、受信回路を送信回路から絶縁する手段を有することを特徴とする、前記装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、コンクリート、土中、などに埋設された、構造体の長さ計測に関するものである。

## 【0002】

## 【従来技術】

トンネルの強度を増すために使用されるロックボルトはナトム工法としてよく利用されており、施工埋設後、その長さを確認することは管理上必要とされている。

また、過去相当時間経過した基礎コンクリート内の鋼材長さは資料が残っていないため、基礎を再利用するとき極めて有用である。

## 【0003】

金属物体の長さ計測において、弾性波又は超音波の端面からの反射時間を計測し、伝搬物質の音速から長さを求める手法は従来より良く知られている手法である。

## 【0004】

しかしながら、建築物の基礎に用いられた、鋼材などの長尺の物はその計測可能長さに限界があった。

## 【0005】

すなわち、金属探傷機に用いられる超音波パルス反射法を用いるか、又はインパクトハンマーを送信手段とし、AEセンサーを受信素子とする、弾性波の端面からの反射を用いる方法である。

## 【0006】

これらの手法は、一見合理的のように見えるが、測長という面からみると重大な欠陥がみられる。

## 【0007】

理由は、発生する弾性波の種類によって伝搬速度が異なるからである。

固体中の弾性波は、大きく分けて、縦波、横波、表面波、に分けられるが、伝搬媒質が同じであっても、波の速度が異なる。またこれらの波は同時に混在して発生するため、選択して利用する事は困難である。

## 【0008】

特に機械的打撃による弾性波は粒子速度が遅いため、周波数が低くなり、その大半は表面波として伝搬する。

このため、ムクの長尺金属端面からの反射は容易に得られるが、コンクリートで被覆拘束したり、土中に埋設すると、表面波の発生が阻害され、反射信号が極端に減少し計測不能に陥る。

この現象は、表面波が無くなり、縦波成分だけが金属中を伝搬したものをとらえるためである。

## 【0009】

金属探傷機は、釣鐘を撞木で打つがごとく、インパルス電圧を与えていた。あるいは、自由振動による共振回路を形成している。

インパルス電圧の時間幅をWとすれば、含まれる周波数成分の半値幅は $T = 1 / W$ となり、振動子の帯域幅で決まる時間幅パルスが送出される。

## 【0010】

10

20

30

40

50

距離分解能を大きくするため広帯域の振動子が製作されるのが通例であり、振動子のQをできる限り、小さくする事が望まれ、計測媒体の弾性波減衰率と要求される距離分解能に応じて、周波数、すなわち発生する弾性波の波長を選んでいる。

【0011】

長尺の計測の場合は、媒質の減衰を小さくするため、周波数を下げる工夫がなされている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

埋設後の、ロックボルト長が、設計仕様に定められた長さ、実際施工された長さに違いが生じており、社会資本の安全確保が求められている。

10

【0013】

また、資料が残っていない、古い埋設構造体の長さ計測は、基礎を再利用するという社会資本の有効活用のため、最近特に注目されている。

【0014】

長尺の鋼材などの測長可能長さは、送信エネルギーと、電気音響変換トランスジューサーの効率と受信増幅器の増幅率と信号対雑音比によって決まってくるが、いずれの要素も限界があるため、充分ではなかった。

本考案により従来検出できなかった埋設、あるいは被覆された長尺の構造物長さを計測することが可能となる。

【0015】

20

【問題を解決するための手段】

探触子を共振させるため、バースト波により探触子を駆動した。

【0016】

探触子励振周波数をケーブルを含めた、反共振点に合わせた。

【0017】

探触子のQを20～30に増加させた。

【0018】

送信エネルギーを有効に利用するため、送信時間中は受信回路を送信回路から切り離れた。

【0019】

30

【発明の実施の形態】

本考案は、超音波パルス反射法を拘束された長尺金属の長さ計測に最適構成したものである。

【0020】

探触子の送受信効率を最大にするとともに、縦波を効果的に発生させ、拘束された、長尺金属構造体の長さを計測することを可能とした。

【0021】

【実施例】

以下、本発明の超音波測長装置の一実施例を図1～図5を参照して説明する。

【0022】

40

バースト波の駆動波形は、パワーオペアンプなどによる線形電力増幅器を利用することが第一に考えられるが、電圧の高い高周波のバーストサイン波を得ることは容易ではない。また駆動波形は振動の帯域幅で制限されるためサイン波である必要はなく、方形波で充分である。

このため、高出力を得るためのバースト波の駆動方法は、スイッチ素子による方形波の連続駆動が発熱が少なく小型軽量となり、経済性に優れるので、本実施例はこの方法によった。

【0023】

電気音響変換手段として用いられる探触子は、振動子素子として、圧電セラミックが通常用いられる。

50

## 【0024】

図3は圧電セラミックの等価回路である。

共振点とは、インピーダンスが最小となる周波数をいう、すなわち誘導成分 $L_{0,2}$ とコンデンサ成分 $C_{0,3}$ が直列共振を起こし、抵抗分 $R_{0,4}$ だけになる点である。

反共振点とは、インピーダンスが最大となる周波数をいう、すなわち $L_{0,2}$ と $C_{d,5}$ の並列共振である。

## 【0025】

送信感度は共振点で、受信感度は反共振点で最大となる。従って送受2種の振動子を同軸構造に配置することも考えられるが、軸がずれるためと、各振動子の面積が半分減少するため総合感度は大きくなる。

10

## 【0026】

$C_{d,5}$ は圧電セラミックの静電容量であって、実際エネルギーの送受信に寄与するのは動抵抗 $R$ である。

## 【0027】

このため、 $L_{,1}$ を並列に付加し、動作周波数での位相が出来るだけ小さく、ゼロに近くなるように工夫される。

## 【0028】

本考案では、送受総合感度が最大となるように、パルス反射法で用いられる振動子より逆に $Q$ を大きく作り、受信感度最大点である反共振点を動作点に設定して、数10サイクル以上のバースト波で励振をおこなう。

20

## 【0029】

このため、探触子に接続されるケーブルの静電容量も含めた周波数で共振状態となり、狭帯域で送受総合感度が著しく増大するのが本考案の特徴である。

## 【0030】

目的とする鋼材端からの位置検出確度を決定する反射信号時間幅は、送信バースト波のサイクル数に依存することになるが、検出感度と位置検出確度を勘案して、図1に示したゲインコントロール $STC$ 回路で増減する。

## 【0031】

送受信切替回路について、説明する。

電圧微少であるときは、抵抗が大きくなる特徴のあるダイオードを組み合わせて、図4に示す従来例の構成でおこなわれるが、サイクルの長いバースト波の高電圧励振を反共振点で行うと、並列に加わる送受切替回路が負荷となり、送信エネルギーを消費する。このため、図5に示すように、送信時間中は、受信回路を切り離し、必要受信時間の時だけ接続される制御されたスイッチ素子8を設けた。

30

## 【0032】

図1は回路ブロック図である。

回路構成は従来パルス反射法と基本的には類似しており、図1ゲイン信号には、図2のゲインモニタで示される信号波形が出力されるとともに、ゲインコントロールアンプで電圧に比例されたゲインが制御される。

## 【0033】

送信同期信号と同期してバースト送信信号が探触子に加えられ、増減制御された $DELAY$ 時間後から時間とともに変化するゲイン制御信号が発生する。これは、 $STC$ 回路としてよく知られた手法である。

40

## 【0034】

本考案の特徴は、送受信分離回路、送信バースト波発生回路、及び図2に示した送受信切替信号である。

## 【0035】

また、バンドパスフィルターは、送信信号の狭帯域特性に合致させるため、インパルス送信の場合より、狭帯域に設定されている。

## 【0036】

50

直径10～25mm、長さ3～6mのロックボルト場合、使用周波数は3～5MHzが最適である。

【0037】

【発明の効果】

従来計測できなかった、周囲をコンクリートや、土砂などにより拘束された、長尺の金属長さを計測する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の超音波測長装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】信号の制御信号図である。

【図3】探触子の等価回路を示す図である。

10

【図4】従来の送受信切替回路を示す図である。

【図5】本実施例の送受信切替回路を示す図である。

【符号の説明】

図3

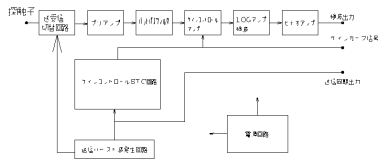
- 1 コイルL
- 2 誘導成分L0
- 3 コンデンサー成分C0
- 4 抵抗分R0
- 5 圧電セラミックの静電容量Cd

図4及び5

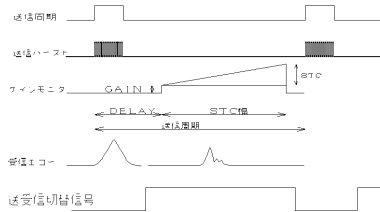
- 1 探触子
- 2 受信ダイオード
- 3 抵抗器
- 4 受信プリアンプ
- 5 送信ダイオード
- 6 受信信号
- 7 送信信号
- 8 電子スイッチ
- 9 送受信切替信号

20

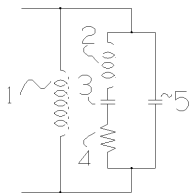
【図1】  
ブロック図



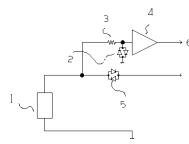
【図2】  
制御信号図



【図3】  
探触子の等価回路



【図4】  
従来の切替回路



【図5】  
本実施例の切替回路

