



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102008901635164
Data Deposito	11/06/2008
Data Pubblicazione	11/12/2009

Priorità	818345
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	
Priorità	818345
Nazione Priorità	
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	04	N		

Titolo

RILEVAZIONE DI FREQUENZE SIMULTANEE MULTIPLE.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo
"RILEVAZIONE DI FREQUENZE SIMULTANEE MULTIPLE"

Di: APPLE INC., nazionalità statunitense, 1 Infinite
Loop, Cupertino, California 95014, U.S.A.

Inventori designati: KRAH Christoph Horst, HOTELLING
Steve Porter, O'CONNOR Sean Erik, WESTERMAN Wayne Carl

Depositata il 11 GIU 2008

DESCRIZIONE

Campo dell'Invenzione

Questa invenzione è relativa ai pannelli a sensori di sfioramento ("touch sensor panel") utilizzati come dispositivi d'ingresso per i sistemi di elaborazione e, più in particolare, all'utilizzo di molteplici miscelatori digitali per effettuare una analisi spettrale del rumore e identificare le frequenze di stimolazione a basso rumore, e all'utilizzo di molteplici fasi e frequenze di stimolazione per rilevare e localizzare gli eventi di sfioramento su un pannello a sensori di sfioramento.

Sfondo dell'Invenzione

Attualmente sono disponibili molti tipi di dispositivi d'ingresso per l'effettuazione di operazioni in un sistema di elaborazione, come pulsanti o tasti, mouse, trackball, pannelli a sensori di sfioramento, joystick, schermi a sfioramento ("touch screen") e

simili. Gli schermi a sfioramento, in particolare, stanno diventando sempre più popolari a causa della loro facilità e versatilità di funzionamento così come per il loro prezzo in calo. Gli schermi a sfioramento possono includere un pannello a sensori di sfioramento, che può essere un pannello libero con una superficie sensibile allo sfioramento, e un dispositivo di visualizzazione che può essere posizionato dietro al pannello in modo tale che la superficie sensibile allo sfioramento possa coprire sostanzialmente l'area visibile del dispositivo di visualizzazione. Gli schermi a sfioramento possono consentire a un utente di effettuare varie funzioni toccando il pannello a sensori di sfioramento utilizzando un dito, una stilo o un altro oggetto in una posizione dettata da una interfaccia di utente (UI, "User Interface") che è visualizzata dal dispositivo di visualizzazione. In generale, gli schermi a sfioramento possono riconoscere un evento di sfioramento e la posizione dell'evento di sfioramento sul pannello a sensori di sfioramento, e il sistema di elaborazione quindi può interpretare l'evento di sfioramento a seconda della visualizzazione che appare al momento dell'evento di sfioramento, e in seguito può effettuare una o più azioni in base all'evento di sfioramento.

I pannelli a sensori di sfioramento possono essere

formati da una matrice di tracce di righe e di colonne, con sensori o pixel presenti dove le righe e le colonne si incrociano l'una sull'altra essendo nel contempo separate da un materiale dielettrico. Ciascuna riga può essere pilotata da un segnale di stimolazione, e le posizioni di sfioramento possono essere identificate perché la carica iniettata nelle colonne dovuta al segnale di stimolazione è proporzionale alla quantità di sfioramento. Tuttavia, la tensione elevata che può essere richiesta per il segnale di stimolazione può costringere la circuiteria del pannello a sensori ad avere dimensioni maggiori, e ad essere separata in due o più microcircuiti integrati ("chip") discreti. In aggiunta, gli schermi a sfioramento formati da dispositivi di visualizzazione e pannelli a sensori di sfioramento basati sulla capacità come i visualizzatori a cristalli liquidi (LCD, "Liquid Crystal Display") possono risentire di problemi di rumore perché la commutazione della tensione richiesta per fare funzionare un LCD può accoppiarsi in modo capacitivo con le colonne del pannello a sensori di sfioramento e causare misurazioni inesatte dello sfioramento. Inoltre, anche gli adattatori a corrente alternata (CA) utilizzati per alimentare o caricare il sistema possono causare un accoppiamento del rumore nello schermo a sfioramento. Altre sorgenti di rumore possono includere gli

alimentatori a commutazione nel sistema, gli invertitori di retroilluminazione, e i dispositivi di pilotaggio a impulsi dei diodi a emissione luminosa (LED, "Light Emitting Diode"). Ciascuna di queste sorgenti di rumore ha una frequenza univoca e una ampiezza di interferenza che possono cambiare rispetto al tempo.

Sintesi dell'Invenzione

Questa invenzione è relativa all'utilizzo di molteplici miscelatori digitali per l'effettuazione di una analisi spettrale del rumore e per l'identificazione delle frequenze di stimolazione a basso rumore, e all'utilizzo di molteplici fasi e frequenze di stimolazione per la rilevazione e la localizzazione degli eventi di sfioramento su un pannello a sensori di sfioramento. Ciascuno di una pluralità di canali di rilevamento può essere accoppiato a una colonna in un pannello a sensori di sfioramento e può avere molteplici miscelatori. Ciascun miscelatore in ciascun canale di rilevamento può utilizzare un circuito in grado di essere controllato per generare una frequenza di demodulazione di una particolare frequenza, fase e ritardo.

Quando si effettua una funzione di analizzatore di spettro, non si applica alcun segnale di stimolazione ad alcuna delle righe nel pannello a sensori di sfioramento. La somma dell'uscita di tutti i canali di rilevamento,

che può rappresentare la carica totale che è applicata al pannello a sensori di sfioramento includendo tutto il rumore rilevato, può essere fornita in retroazione a ciascuno dei miscelatori in ciascun canale di rilevamento. I miscelatori possono essere appaiati, e ciascun paio di miscelatori può demodulare la somma di tutti i canali di rilevamento utilizzando i segnali in fase (I) e in quadratura (Q) di una frequenza particolare. Le uscite demodulate di ciascun paio di miscelatori possono essere utilizzate per calcolare la grandezza del rumore a quella frequenza particolare, ove minore è la grandezza, minore è il rumore a quella frequenza. Si possono selezionare varie frequenze a basso rumore da utilizzare in una funzione di scansione successiva di un pannello a sensori di sfioramento.

Quando si effettua la funzione di scansione di un pannello a sensori di sfioramento, in ciascuna di molteplici fasi, le varie fasi delle frequenze a basso rumore selezionate possono essere utilizzate per stimolare simultaneamente le righe del pannello a sensori di sfioramento, e i molteplici miscelatori in ciascun canale di rilevamento possono essere configurati per demodulare il segnale ricevuto dalla colonna connessa a ciascun canale di rilevamento utilizzando le frequenze a basso rumore selezionate. Si possono quindi salvare i

segnali demodulati provenienti dai molteplici miscelatori. Dopo che tutte le fasi sono state completate, si possono utilizzare nei calcoli i risultati salvati per la determinazione di una immagine di sfioramento per il pannello a sensori di sfioramento a ciascuna frequenza.

Breve Descrizione dei Disegni

La Figura 1 illustra un sistema di elaborazione esemplificativo che può utilizzare molteplici miscelatori digitali per l'effettuazione di una analisi spettrale del rumore e per l'identificazione delle frequenze di stimolazione a basso rumore, e che può utilizzare molteplici fasi e frequenze di stimolazione per rilevare e localizzare gli eventi di sfioramento su un pannello a sensori di sfioramento secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 2a illustra un pannello a sensori di sfioramento a capacità reciproca secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 2b è una vista laterale di un pixel esemplificativo in una condizione di stato stazionario (nessun sfioramento) secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 2c è una vista laterale di un pixel esemplificativo in una condizione dinamica (sfioramento)

secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 3a illustra una porzione di un canale di rilevamento o di un circuito di rilevazione di eventi e di demodulazione esemplificativo secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 3b illustra uno schema a blocchi semplificato di N canali di rilevamento o circuiti di rilevazione di eventi e di demodulazione esemplificativi secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 3c illustra uno schema a blocchi esemplificativo di 10 canali di rilevamento che possono essere configurati come analizzatore di spettro o come logica di scansione di pannello secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 4a illustra un diagramma temporale esemplificativo che rappresenta una fase di LCD e una fase di pannello a sensori di sfioramento secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 4b illustra un diagramma di flusso esemplificativo che descrive la fase di LCD e la fase di pannello a sensori di sfioramento secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 4c illustra un piano di scansione capacitivo esemplificativo secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 4d illustra calcoli esemplificativi per un canale M particolare per il calcolo di risultati di una immagine completa a differenti frequenze a basso rumore secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 5a illustra un telefono mobile esemplificativo che può utilizzare molteplici miscelatori digitali per l'effettuazione di una analisi spettrale del rumore e per l'identificazione delle frequenze di stimolazione a basso rumore, e che può utilizzare molteplici fasi e frequenze di stimolazione per rilevare e localizzare gli eventi di sfioramento su un pannello a sensori di sfioramento secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

La Figura 5b illustra una riproduttore audio digitale esemplificativo che può utilizzare molteplici miscelatori digitali per l'effettuazione di una analisi spettrale del rumore e per l'identificazione delle frequenze di stimolazione a basso rumore, e che può utilizzare molteplici fasi e frequenze di stimolazione per rilevare e localizzare gli eventi di sfioramento su un pannello a sensori di sfioramento secondo una forma realizzativa di questa invenzione.

Descrizione Dettagliata della Forma Realizzativa Preferita

Nella descrizione seguente di forme realizzative

preferite, si fa riferimento ai disegni allegati che ne formano parte, e nei quali sono rappresentate per mezzo di illustrazioni forme realizzative specifiche con le quali può essere realizzata l'invenzione. È da comprendere che si possono utilizzare altre forme realizzative e che si possono effettuare cambiamenti strutturali senza allontanarsi dall'ambito delle forme realizzative di questa invenzione.

Questa è relativa all'utilizzo di molteplici miscelatori digitali per l'effettuazione di una analisi spettrale del rumore per identificare le frequenze di stimolazione a basso rumore, e all'utilizzo di molteplici fasi e frequenze di stimolazione per rilevare e localizzare gli eventi di sfioramento su un pannello a sensori di sfioramento. Ciascuno di una pluralità di canali di rilevamento può essere accoppiato a una colonna in un pannello a sensori di sfioramento e può avere molteplici miscelatori. Ciascun miscelatore nel canale di rilevamento può utilizzare un circuito in grado di essere controllato per generare una frequenza di demodulazione di una particolare frequenza, fase e ritardo.

Quando si effettua una funzione di analizzatore di spettro, non si applica alcun segnale di stimolazione ad alcuna delle righe nel pannello a sensori di sfioramento. La somma dell'uscita di tutti i canali di rilevamento,

che può rappresentare la carica totale che è applicata al pannello a sensori di sfioramento includendo tutto il rumore rilevato, può essere fornita in retroazione a ciascuno dei miscelatori in ciascun canale di rilevamento. I miscelatori possono essere appaiati, e ciascun paio di miscelatori può demodulare la somma di tutti i canali di rilevamento utilizzando i segnali in fase (I) e in quadratura (Q) di una frequenza particolare. Le uscite demodulate di ciascun paio di miscelatori possono essere utilizzate per calcolare la grandezza del rumore a quella frequenza particolare, ove minore è la grandezza, minore è il rumore a quella frequenza. Si possono selezionare varie frequenze a basso rumore da utilizzare in una funzione di scansione successiva di un pannello a sensori di sfioramento.

Quando si effettua la funzione di scansione di un pannello a sensori di sfioramento, in ciascuna di molteplici fasi, varie fasi delle frequenze a basso rumore selezionate possono essere utilizzate per stimolare simultaneamente le righe del pannello a sensori di sfioramento, e i molteplici miscelatori in ciascun canale di rilevamento possono essere configurati per demodulare il segnale ricevuto dalla colonna connessa a ciascun canale di rilevamento utilizzando le frequenze a basso rumore selezionate. Si possono quindi salvare i

segnali demodulati provenienti dai molteplici miscelatori. Dopo che sono state completate tutte le fasi, i risultati salvati possono essere utilizzati nei calcoli per determinare una immagine di sfioramento per il pannello a sensori di sfioramento a ciascuna frequenza.

Sebbene alcune forme realizzative di questa invenzione possano essere descritte qui in termini di sensori di sfioramento a capacità reciproca, si dovrebbe comprendere che le forme realizzative di questa invenzione non sono così limitate, ma sono applicabili in generale ad altri tipi di sensori di sfioramento come i sensori di sfioramento a capacità propria ("self capacitance"). Inoltre, sebbene i sensori di sfioramento nel pannello a sensori di sfioramento possano essere descritti qui in termini di una schiera ortogonale di sensori di sfioramento avente righe e colonne, si dovrebbe comprendere che le forme realizzative di questa invenzione non sono limitate a schiere ortogonali, ma in generale possono essere applicabili a sensori di sfioramento disposti in qualsiasi numero di dimensioni e di orientamenti, includendo orientamenti casuali e tridimensionali, a cerchi concentrici e in diagonale. In aggiunta, il pannello a sensori di sfioramento descritto qui può essere un pannello a sensori a singolo

sfioramento ("single-touch") o a multisfioramento ("multi-touch"), quest'ultimo essendo descritto nella Domanda Statunitense copendente della Richiedente n. 10/842,862 intitolata "Multipoint Touchscreen", depositata il 6 maggio 2004 e pubblicata come Domanda Pubblicata Statunitense n. 2006/0097991 l'11 maggio 2006, i cui contenuti sono incorporati qui tramite citazione.

La Figura 1 illustra un sistema di elaborazione esemplificativo 100 che può utilizzare molteplici miscelatori digitali per l'effettuazione di una analisi spettrale del rumore e per l'identificazione delle frequenze di stimolazione a basso rumore, e che può utilizzare molteplici fasi e frequenze di stimolazione per rilevare e localizzare gli eventi di sfioramento su un pannello a sensori di sfioramento secondo le forme realizzative dell'invenzione. Il sistema di elaborazione 100 può includere uno o più processori di pannello 102 e periferiche 104, e un sottosistema di pannello 106. Uno o più processori di pannello 102 possono includere, per esempio, processori ARM968 o altri processori con capacità e funzionalità simili. Tuttavia, in altre forme realizzative, la funzionalità del processore di pannello può essere implementata invece da una logica dedicata, come una macchina a stati. Le periferiche 104 possono includere, ma non sono limitate a, una memoria ad accesso

casuale (RAM, "Random Access Memory") o altri tipi di memoria o di dispositivi di memorizzazione, temporizzatori di sorveglianza e simili. Il sottosistema di pannello 106 può includere, ma non è limitato a, uno o più canali di rilevamento 108, una logica di scansione di canale 110 e una logica di pilotaggio 114. La logica di scansione di canale 110 può accedere alla RAM 112, leggere autonomamente i dati dai canali di rilevamento e fornire un controllo per i canali di rilevamento. In aggiunta, la logica di scansione di canale 110 può controllare la logica di pilotaggio 114 per generare segnali di stimolazione 116 a varie fasi e frequenze che possono essere applicati selettivamente alle righe di un pannello a sensori di sfioramento 124. In alcune forme realizzative, il sottosistema di pannello 106, il processore di pannello 102 e le periferiche 104 possono essere integrati in un singolo circuito integrato specifico per l'applicazione (ASIC, "Application Specific Integrated Circuit").

Un pannello a sensori di sfioramento 124 può includere un mezzo di rilevamento capacitivo avente una pluralità di tracce di riga o linee di pilotaggio e una pluralità di tracce di colonna o linee di rilevamento, sebbene si possano utilizzare anche altri mezzi di rilevamento. Le tracce di riga e di colonna possono

essere formate da un mezzo conduttivo trasparente come Ossido di Stagno Indio (ITO, "Indium Tin Oxide") o Ossido di Stagno Antimonio (ATO, "Antimony Tin Oxide"), sebbene si possano utilizzare anche altri materiali trasparenti e non trasparenti, come il rame. In alcune forme realizzative, le tracce di riga e di colonna possono essere perpendicolari l'una con l'altra, sebbene in altre forme realizzative siano possibili altri orientamenti non cartesiani. Per esempio, in un sistema di coordinate polari, le linee di rilevamento possono essere cerchi concentrici e le linee di pilotaggio possono essere linee che si estendono radialmente (o viceversa). Perciò, si dovrebbe comprendere che i termini "riga" e "colonna", "prima dimensione" e "seconda dimensione", o "primo asse" e "secondo asse" come utilizzati qui intendono comprendere non solo griglie ortogonali, ma le tracce intersecantisi di altre configurazioni geometriche aventi una prima e una seconda dimensione (per es. le linee radiali e concentriche di una disposizione a coordinate polari). Le righe e le colonne possono essere formate su un singolo lato di un substrato sostanzialmente trasparente separato da un materiale dielettrico sostanzialmente trasparente, su lati opposti del substrato, o su due substrati separati divisi dal materiale dielettrico.

Alle "intersezioni" delle tracce, dove le tracce passano sopra e sotto (si incrociano) l'una con l'altra (ma non fanno un contatto elettrico diretto l'una con l'altra), le tracce possono formare essenzialmente due elettrodi (sebbene si possano anche intersecare più di due tracce). Ciascuna intersezione delle tracce di riga e di colonna può rappresentare un nodo di rilevamento capacitivo e può essere vista come un elemento di immagine (pixel) 126, che può essere particolarmente utile quando il pannello a sensori di sfioramento 124 è visualizzato mentre cattura una "immagine" di uno sfioramento. (In altre parole, dopo che il sottosistema di pannello 106 ha determinato se un evento di sfioramento è stato rilevato in ciascun sensore di sfioramento nel pannello a sensori di sfioramento, la configurazione di sensori di sfioramento nel pannello a multisfioramento in cui si è verificato un evento di sfioramento può essere visualizzata come una "immagine" di uno sfioramento (per es. una configurazione di dita che toccano il pannello)). La capacità tra gli elettrodi di riga e di colonna appare come una capacità parassita quando la data riga è mantenuta a livelli di tensione in corrente continua (CC) e come una capacità di segnale reciproca C_{sig} quando la data riga è stimolata con un segnale in corrente alternata (CA). La presenza di un

dito o di un altro oggetto vicino o sul pannello a sensori di sfioramento può essere rilevata misurando i cambiamenti in un segnale di carica Q_{sig} presente nei pixel che sono toccati, che è funzione di C_{sig} . Ciascuna colonna del pannello a sensori di sfioramento 124 può pilotare un canale di rilevamento 108 (qui detto anche circuito di rilevazione di eventi e di demodulazione) in un sottosistema di pannello 106.

Il sistema di elaborazione 100 può anche includere un processore principale ("host") 128 per la ricezione delle uscite provenienti dal processore di pannello 102 e per l'effettuazione di azioni in base alle uscite che possono includere il, ma non sono limitate al, movimento di un oggetto come un cursore o un puntatore, lo scorrimento o la panoramica, la regolazione di impostazioni di controllo, l'apertura di un file o di un documento, la visualizzazione di un menu, l'effettuazione di una selezione, l'esecuzione di istruzioni, il fare funzionare un dispositivo periferico connesso al dispositivo principale, il rispondere a una chiamata telefonica, l'effettuazione di una chiamata telefonica, la terminazione di una chiamata telefonica, il cambiamento del volume o delle impostazioni audio, la memorizzazione di informazioni relative a comunicazioni telefoniche come indirizzi, numeri composti di frequente, chiamate

ricevute, chiamate perse, il collegarsi a un elaboratore o a una rete di elaboratori, il permettere a persone autorizzate di accedere ad aree limitate dell'elaboratore o della rete di elaboratori, il caricare un profilo di utente associato a una disposizione preferita dell'utente dell'elaboratore da scrivania, il permettere l'accesso a contenuti web, il lanciare un programma particolare, il crittografare o il decodificare un messaggio, e/o simili. Il processore principale 128 può anche effettuare funzioni aggiuntive che possono non essere correlate all'elaborazione a pannello, e possono essere accoppiate a un dispositivo di memorizzazione di programma 132 e a un dispositivo di visualizzazione 130 come un visualizzatore a LCD per la fornitura di una UI a un utente del dispositivo.

In alcuni sistemi, il pannello a sensori 124 può essere pilotato da una logica di pilotaggio a tensione elevata. Le tensioni elevate che possono essere richieste dalla logica di pilotaggio a tensione elevata (per es. 18 V) possono costringere a formare la logica di pilotaggio a tensione elevata separatamente dal sottosistema di pannello 106, che può funzionare a livelli di tensione di logica digitale molto minori (per es. da 1,7 a 3,3 V). Tuttavia, in forme realizzative dell'invenzione, una logica di pilotaggio sul microcircuito ("on-chip") 114

può sostituire la logica di pilotaggio a tensione elevata al di fuori del microcircuito ("off-chip"). Sebbene il sottosistema di pannello 106 possa avere tensioni di alimentazione a livelli di logica digitale bassi, la logica di pilotaggio sul microcircuito 114 può generare una tensione di alimentazione maggiore delle tensioni di alimentazione a livelli di logica digitale mettendo insieme in configurazione cascode due transistori per formare una pompa di carica 115. La pompa di carica 115 può essere utilizzata per generare segnali di stimolazione 116 (V_{stim}) che possono avere ampiezze di circa il doppio delle tensioni di alimentazione a livelli di logica digitale (per es. da 3,4 a 6,6 V). Sebbene la Figura 1 rappresenti la pompa di carica 115 separata dalla logica di pilotaggio 114, la pompa di carica può essere parte della logica di pilotaggio.

La Figura 2a illustra un pannello a sensori di sfioramento a capacità reciproca 200 esemplificativo secondo forme realizzative dell'invenzione. La Figura 2a indica la presenza di una capacità parassita C_{stray} in ciascun pixel 202 posizionato all'intersezione di una traccia di riga 204 e di una traccia di colonna 206 (sebbene nella Figura 2a C_{stray} sia illustrata solo per una colonna ai fini di una semplificazione della figura). Nell'esempio della Figura 2a, stimoli in CA V_{stim} 214,

Vstim 215 e Vstim 217 possono essere applicati a varie righe, mentre altre righe possono essere connesse a CC. Vstim 214, Vstim 215 e Vstim 217 possono essere a fasi e frequenze differenti, come sarà spiegato in seguito. Ciascun segnale di stimolazione su una riga può fare sì che una carica $Q_{sig} = C_{sig} \times V_{stim}$ sia iniettata nelle colonne attraverso la capacità reciproca presente nei pixel interessati. Si può rilevare un cambiamento della carica iniettata (Q_{sig_sense}) quando un dito, un palmo o un altro oggetto è presente in uno o più dei pixel interessati. I segnali Vstim 214, 215 e 217 possono includere una o più raffiche ("burst") di onde sinusoidali. Si noti che sebbene la Figura 2a illustri le righe 204 e le colonne 206 come sostanzialmente perpendicolari, non è necessario che siano allineate, come descritto in precedenza. Come descritto in precedenza, ciascuna colonna 206 può essere connessa a un canale di rilevamento (si vedano i canali di rilevamento 108 nella Figura 1).

La Figura 2b è una vista laterale di un pixel esemplificativo 202 in una condizione di stato stazionario (nessun sfioramento) secondo le forme realizzative dell'invenzione. Nella Figura 2b, è rappresentato un campo elettrico di linee di campo elettrico 208 della capacità reciproca tra le tracce di

riga 204 e di colonna 206 o gli elettrodi separati da un dielettrico 210.

La Figura 2c è una vista laterale di un pixel esemplificativo 202 in una condizione dinamica (sfioramento). Nella Figura 2c, un dito 212 è stato posto vicino a un pixel 202. Il dito 212 è un oggetto a bassa impedenza alle frequenze di segnale, e ha una capacità in AC C_{finger} dalla traccia di colonna 204 al corpo. Il corpo ha una capacità propria rispetto a massa C_{body} di circa 200 pF, dove C_{body} è molto maggiore di C_{finger} . Se il dito 212 blocca qualche linea di campo elettrico 208 tra gli elettrodi di riga e di colonna (quei campi di frangitura che escono dal dielettrico e passano attraverso l'aria sopra l'elettrodo di riga), quelle linee di campo elettrico sono derivate a massa attraverso il percorso di capacità inerente al dito e al corpo e, come risultato, la capacità di segnale di stato stazionario C_{sig} è ridotta per ΔC_{sig} . In altre parole, la capacità combinata del dito e del corpo agisce per ridurre C_{sig} di una quantità ΔC_{sig} (che qui può anche essere detta C_{sig_sense}), e può agire come un percorso di ritorno dinamico o di derivazione a massa, bloccando alcuni dei campi elettrici risultando in una capacità di segnale netta ridotta. La capacità di segnale nel pixel diventa $C_{sig} - \Delta C_{sig}$, dove C_{sig} rappresenta la componente

statica (nessun sfioramento) e ΔC_{sig} rappresenta la componente dinamica (sfioramento). Si noti che $C_{sig} - \Delta C_{sig}$ può essere sempre non nulla a causa dell'incapacità di un dito, di un palmo o di un altro oggetto di bloccare tutti i campi elettrici, specialmente quei campi elettrici che rimangono interamente all'interno del materiale dielettrico. In aggiunta, si dovrebbe comprendere che come un dito è spinto più forte o più completamente sul pannello multisfioramento, il dito può tendere ad appiattirsi, bloccando una quantità sempre maggiore dei campi elettrici, e così ΔC_{sig} può essere variabile e rappresentativa di quanto completamente il dito sta premendo sul pannello (cioè un intervallo da "nessun sfioramento" a "sfioramento completo").

La Figura 3a illustra una porzione di un canale di rilevamento o circuito di rilevazione di eventi e di demodulazione 300 esemplificativo secondo forme realizzative dell'invenzione. Nel sottosistema di pannello possono essere presenti uno o più canali di rilevamento 300. Ciascuna colonna da un pannello a sensori di sfioramento può essere connessa a un canale di rilevamento 300. Ciascun canale di rilevamento 300 può includere un amplificatore a massa virtuale 302, un circuito di uscita di amplificatore 309 (da spiegarsi in maggiore dettaglio in seguito), un miscelatore di segnale

304 e un accumulatore 308. Si noti che il circuito di uscita di amplificatore 309 può anche essere connesso ad altri miscelatori di segnale e a una circuiteria associata non rappresentata nella Figura 3a per semplificare la figura.

L'amplificatore a massa virtuale 302, che può anche essere detto amplificatore in CC o amplificatore di carica, può includere un condensatore di retroazione Cfb e un resistore di retroazione Rfb. In alcune forme realizzative, a causa della quantità molto minore di carica che può essere iniettata in una riga a causa di ampiezze di V_{stim} inferiori, Cfb può essere reso molto minore che in alcuni progetti precedenti. Tuttavia, in altre forme realizzative, poiché tante quante tutte le righe possono essere stimulate simultaneamente nello stesso momento, il che tende ad aggiungere carica, Cfb non è ridotto di dimensione.

La Figura 3a rappresenta, a linee tratteggiate, la capacità di segnale di stato stazionario totale C_{sig_tot} alla quale può contribuire una colonna di un pannello a sensori di sfioramento connessa a un canale di rilevamento 300 quando si applicano uno o più stimoli d'ingresso V_{stim} a una o più righe nel pannello a sensori di sfioramento e non è presente alcun dito, palmo o altro oggetto. In una condizione di stato stazionario, di

nessun sfioramento, la carica di segnale totale Q_{sig_tot} iniettata nella colonna è la somma di tutta la carica iniettata nella colonna da ciascuna riga stimolata. In altre parole, $Q_{sig_tot} = \sum (C_{sig} \cdot V_{stim} \text{ per tutte le righe stimolate})$. Ciascun canale di rilevamento accoppiato a una colonna può rilevare qualsiasi cambiamento nella carica totale di segnale dovuto alla presenza di un dito, di un palmo e di un'altra parte del corpo o oggetto in uno o più pixel in tale colonna. In altre parole, $Q_{sig_tot_sense} = \sum ((C_{sig} - C_{sig_sense}) \cdot V_{stim} \text{ per tutte le righe stimolate})$.

Come indicato in precedenza, ci può essere una capacità parassita inerente C_{stray} in ciascun pixel sul pannello a sensori di sfioramento. In un amplificatore di carica a massa virtuale 302, con l'ingresso + (non invertente) collegato a una tensione di riferimento V_{ref} , l'ingresso - (invertente) può anche essere pilotato a V_{ref} , e si può stabilire un punto di funzionamento in CC. Perciò, indipendentemente da quanta C_{sig} sia presente all'ingresso dell'amplificatore di carica a massa virtuale 302, l'ingresso - può essere sempre pilotato a V_{ref} . A causa delle caratteristiche dell'amplificatore di carica a massa virtuale 302, qualsiasi carica Q_{stray} che è immagazzinata in C_{stray} è costante, perché la tensione attraverso C_{stray} è mantenuta costante dall'amplificatore

di carica. Perciò, indipendentemente da quanta capacità parassita C_{stray} è aggiunta all'ingresso -, la carica netta in C_{stray} sarà sempre zero. Di conseguenza, la carica d'ingresso è zero quando la riga corrispondente è mantenuta a CC ed è semplicemente funzione di C_{sig} e di V_{stim} quando la riga corrispondente è stimolata. Nell'uno o nell'altro caso, poiché non c'è alcuna carica attraverso C_{sig} , la capacità parassita è scartata, ed essenzialmente è eliminata da qualsiasi equazione. Così, anche con una mano sopra il pannello a sensori di sfioramento, sebbene C_{stray} possa aumentare, l'uscita non sarà influenzata dal cambiamento di C_{stray} .

Il guadagno dell'amplificatore a massa virtuale 302 può essere piccolo (per es. 0,1) e può essere calcolato come il rapporto tra C_{sig_tot} e il condensatore di retroazione C_{fb} . Il condensatore di retroazione regolabile C_{fb} può convertire la carica Q_{sig} nella tensione V_{out} . L'uscita V_{out} dell'amplificatore a massa virtuale 302 è una tensione che può essere calcolata come il rapporto tra $-C_{sig}/C_{fb}$ moltiplicato per V_{stim} riferito a V_{ref} . Perciò la segnalazione di V_{stim} può apparire all'uscita dell'amplificatore a massa virtuale 302 come segnali aventi un'ampiezza molto minore. Tuttavia, quando è presente un dito, l'ampiezza dell'uscita può essere ridotta anche ulteriormente, perché la capacità di

segnale è ridotta per ΔC_{sig} . L'uscita dell'amplificatore di carica 302 è la sovrapposizione di tutti i segnali di stimolo di riga moltiplicati per ciascuno dei valori di C_{sig} sulla colonna associata a tale amplificatore di carica. Una colonna può avere alcuni pixel che sono pilotati da una frequenza a fase positiva, e avere simultaneamente altri pixel che sono pilotati da quella stessa frequenza a fase negativa (o 180 gradi fuori fase). In questo caso, la componente totale del segnale di uscita dell'amplificatore di carica a quella frequenza può essere l'ampiezza e la fase associate alla somma del prodotto di ciascuno dei valori di C_{sig} moltiplicati per ciascuna delle forme d'onda di stimolo. Per esempio, se due righe sono pilotate a fase positiva, e due righe sono pilotate a fase negativa, e i valori di C_{sig} sono tutti uguali, allora il segnale di uscita totale sarà zero. Se il dito si avvicina a uno dei pixel che sono pilotati a fase positiva, e la C_{sig} associata si riduce, allora l'uscita totale a tale frequenza avrà una fase negativa.

V_{stim} , come applicato a una riga nel pannello a sensori di sfioramento, può essere generata come una raffica di onde sinusoidali (per es. onde sinusoidali con ampiezze che cambiano dolcemente al fine di essere strette spettralmente) o un'altra segnalazione non in CC in un segnale altrimenti in CC, sebbene in alcune forme

realizzative le onde sinusoidali che rappresentano V_{stim} possano essere precedute e seguite da altra segnalazione non in CC. Se si applica V_{stim} a una riga ed è presente una capacità di segnale in una colonna connessa a un canale di rilevamento 300, l'uscita dell'amplificatore di carica 302 associata a tale stimolo particolare può essere un treno di onde sinusoidali 310 centrato a V_{ref} con una ampiezza da picco a picco (p-p) nella condizione di stato stazionario che può essere una frazione dell'ampiezza p-p di V_{stim} , la frazione corrispondendo al guadagno dell'amplificatore di carica 302. Per esempio, se V_{stim} include onde sinusoidali di 6,6 V p-p e il guadagno dell'amplificatore di carica è 0,1, allora l'uscita dell'amplificatore di carica associata a questa riga può essere approssimativamente un'onda sinusoidale di 0,67 V p-p. Si dovrebbe notare che all'uscita del preamplificatore sono sovrapposti i segnali provenienti da tutte le righe. L'uscita analogica proveniente dal preamplificatore è convertita in digitale nel blocco 309. L'uscita proveniente da 309 può essere miscelata in un miscelatore di segnale digitale 304 (che è un moltiplicatore digitale) con una forma d'onda di demodulazione F_{stim} 316.

Poiché V_{stim} può creare armoniche indesiderabili, specialmente se formate da onde quadre, la forma d'onda

di demodulazione Fstim 316 può essere un'onda sinusoidale gaussiana che può essere generata in modo digitale da un oscillatore controllato numericamente (NCO, "Numerically Controlled Oscillator") 315 e sincronizzata con Vstim. Si dovrebbe comprendere che in aggiunta agli NCO 315, che sono utilizzati per la demodulazione digitale, si possono connettere NCO indipendenti a convertitori da digitale ad analogico (DAC, "Digital-to-Analog Converter"), le cui uscite possono essere invertite opzionalmente e utilizzate come stimolo di riga. L'NCO 315 può includere un ingresso di controllo numerico per impostare la frequenza di uscita, un ingresso di controllo per impostare il ritardo, e un ingresso di controllo per abilitare l'NCO a generare un segnale in fase (I) o in quadratura (Q). Il miscelatore di segnale 304 può demodulare l'uscita dell'amplificatore di carica 310 sottraendo Fstim 316 dall'uscita per fornire una migliore reiezione di rumore. Il miscelatore di segnale 304 può scartare tutte le frequenze all'esterno della banda passante, che in un esempio può essere circa $\pm 30\text{kHz}$ intorno a Fstim. Questa reiezione di rumore può essere di beneficio in un ambiente rumoroso con molte sorgenti di rumore, come 802.11, Bluetooth e simili, aventi tutte qualche frequenza caratteristica che può interferire con il canale di rilevamento sensibile (a livello di

femtofarad) 300. Per ciascuna frequenza di interesse che è demodulata, il miscelatore di segnale 304 è essenzialmente un raddrizzatore sincrono poiché la frequenza del segnale ai suoi ingressi è la stessa e, come risultato, l'uscita del miscelatore di segnale 314 è essenzialmente un'onda sinusoidale gaussiana raddrizzata.

La Figura 3b illustra uno schema a blocchi semplificato di N canali di rilevamento o circuiti di rilevazione di eventi e di demodulazione 300 esemplificativi secondo forme realizzative dell'invenzione. Come indicato in precedenza, ciascun amplificatore di carica o amplificatore a guadagno programmabile (PGA, "Programmable Gain Amplifier") 302 in un canale di rilevamento 300 può essere connesso a un circuito di uscita di amplificatore 309, che a sua volta può essere connesso a R miscelatori di segnale 304 attraverso un multiplatore 303. Il circuito di uscita di amplificatore 309 può includere un filtro antialiasing 301, un ADC 303, e un registro di risultato 305. Ciascun miscelatore di segnale 304 può essere demodulato con un segnale proveniente da un NCO separato 315. L'uscita demodulata di ciascun miscelatore di segnale 304 può essere connessa a un accumulatore separato 308 e a un registro di risultati 307.

Si dovrebbe comprendere che il PGA 302, che può aver

rilevato una quantità di carica più elevata generata da un segnale V_{stim} a tensione elevata (per es. 18 V) in progetti precedenti, ora può rilevare una quantità di carica minore generata da un segnale V_{stim} a tensione inferiore (per es. 6,6 V). Inoltre, gli NCO 315 possono fare sì che l'uscita dell'amplificatore di carica 302 sia demodulata simultaneamente e tuttavia differentemente, perché ciascun NCO 310 può generare segnali a fasi, ritardi e frequenze differenti. Ciascun miscelatore di segnale 304 in un particolare canale di rilevamento 300 perciò può generare una uscita rappresentativa di approssimativamente un R -esimo della carica dei progetti precedenti, ma poiché ci sono R miscelatori, ciascuno demodulando a una frequenza differente, ciascun canale di rilevamento può ancora rilevare circa la stessa quantità totale di carica come nei progetti precedenti.

Nella Figura 3b, i miscelatori di segnale 304 e gli accumulatori 308 possono essere implementati in modo digitale invece che in una circuiteria analogica all'interno di un ASIC. Avendo i miscelatori e gli accumulatori implementati in modo digitale invece che in una circuiteria analogica all'interno dell'ASIC si può risparmiare circa un 15% in spazio della piastrina ("die").

La Figura 3c illustra uno schema a blocchi

esemplificativo di 10 canali di rilevamento 300 che possono essere configurati o come analizzatore di spettro o come logica di scansione di pannello secondo le forme realizzative dell'invenzione. Nell'esempio della Figura 3c, ciascuno dei 10 canali di rilevamento 300 può essere connesso a una colonna separata in un pannello a sensori di sfioramento. Si noti che ciascun canale di rilevamento 300 può includere un multiplatore o un commutatore 303, da spiegarsi in ulteriore dettaglio in seguito. Le connessioni a linea piena nella Figura 3c possono rappresentare i canali di rilevamento configurati come logica di scansione di pannello, e le connessioni a linea tratteggiata possono rappresentare i canali di rilevamento configurati come analizzatore di spettro. La Figura 3c sarà discussa in maggiore dettaglio in seguito.

La Figura 4a illustra un diagramma temporale esemplificativo 400 che rappresenta una fase di LCD 402 e la fase di pannello a sensori di sfioramento o di cancellazione ("blanking") verticale 404 secondo forme realizzative dell'invenzione. Durante la fase di LCD 402, l'LCD può stare commutando attivamente e può stare generando le tensioni necessarie per generare le immagini. In questo momento non è effettuata alcuna scansione di pannello. Durante la fase di pannello a sensori di sfioramento 404, i canali di rilevamento

possono essere configurati come analizzatore di spettro per identificare le frequenze a basso rumore, e possono anche essere configurati come logica di scansione di pannello per rilevare e localizzare una immagine di uno sfioramento.

La Figura 4b illustra un diagramma di flusso esemplificativo 406 che descrive la fase di LCD 402 e la fase di pannello a sensori di sfioramento 404 corrispondenti all'esempio della Figura 3c (l'esempio presente) secondo forme realizzative dell'invenzione. Nella Fase 0, l'LCD può essere aggiornato come descritto in precedenza.

Le Fasi da 1 a 3 possono rappresentare una fase di identificazione di frequenza a basso rumore 406. Nella Fase 1, i canali di rilevamento possono essere configurati come analizzatore di spettro. Lo scopo dell'analizzatore di spettro è di identificare varie frequenze a basso rumore per un utilizzo successivo in una scansione di pannello. Senza alcuna frequenza di stimolazione applicata ad alcuna delle righe del pannello a sensori di sfioramento, la somma dell'uscita di tutti i canali di rilevamento, che rappresenta la carica totale che è applicata al pannello a sensori di sfioramento includendo tutto il rumore rilevato, può essere fornita in retroazione a ciascuno dei miscelatori in ciascun

canale di rilevamento. I miscelatori possono essere appaiati, e ciascun paio di miscelatori può demodulare la somma di tutti i canali di rilevamento utilizzando i segnali in fase (I) e in quadratura (Q) di una frequenza particolare. Le uscite demodate di ciascun paio di miscelatori possono essere utilizzate per calcolare la grandezza del rumore a quella frequenza particolare, ove minore è la grandezza, minore è il rumore a quella frequenza.

Nella Fase 2, può essere ripetuto il processo della Fase 1 per un insieme di frequenze differente.

Nella Fase 3, si possono selezionare varie frequenze a basso rumore per un utilizzo in una successiva scansione di pannello a sensori di sfioramento identificando quelle frequenze che producono il più basso valore di grandezza calcolato.

Le Fasi da 4 a 19 possono rappresentare una fase di scansione di pannello 408. Nelle Fasi da 4 a 19, i canali di rilevamento possono essere configurati come logica di scansione di pannello. In ciascuna delle Fasi da 4 a 19, si possono utilizzare varie fasi delle frequenze a basso rumore selezionate per stimolare simultaneamente le righe del pannello a sensori di sfioramento, e i molteplici miscelatori in ciascun canale di rilevamento possono essere configurati per demodulare il segnale ricevuto

dalla colonna connessa a ciascun canale di rilevamento utilizzando le frequenze a basso rumore selezionate. Quindi si possono salvare i segnali demodulati provenienti dai molteplici miscelatori.

Nella Fase 20, dopo che sono state completate tutte le fasi, si possono utilizzare nei calcoli i risultati salvati per determinare una immagine dello sfioramento per il pannello a sensori di sfioramento in ciascuna delle frequenze a basso rumore selezionate.

Di nuovo con riferimento all'esempio attuale come rappresentato nella Figura 3c, mentre i canali di rilevamento 300 sono configurati come analizzatore di spettro, non è applicato alcun segnale di stimolazione ad alcuna delle righe nel pannello a sensori di sfioramento. Nell'esempio presente, ci sono 10 colonne e perciò 10 canali di rilevamento 300, e tre miscelatori 304 per ciascun canale di rilevamento 300, per un totale di 30 miscelatori. Le uscite di tutti i circuiti di uscita di amplificatore 309 in ogni canale di rilevamento 300 possono essere sommate insieme utilizzando un circuito di somma 340, e fornite a tutti i miscelatori 304 attraverso un moltiplicatore o commutatore 303, che può essere configurato per selezionare l'uscita del circuito di somma 340 invece che dell'amplificatore di carica 302.

Mentre i canali di rilevamento sono configurati come

analizzatore di spettro, si può misurare l'accoppiamento di fondo sulle colonne. Poiché non è applicata alcuna V_{stim} a nessuna riga, non c'è alcuna C_{sig} in nessun pixel, e qualsiasi sfioramento sul pannello non dovrebbe influire sul risultato del rumore (a meno che il dito o un altro oggetto che effettua lo sfioramento accoppi del rumore sulla massa). Sommando insieme tutte le uscite di tutti i circuiti di uscita di amplificatore 309 in un sommatore 340, si può ottenere un flusso di bit digitale che rappresenta il rumore totale che è ricevuto nel pannello a sensori di sfioramento. Le frequenze del rumore e i pixel in cui sta venendo generato il rumore non sono noti a priori all'analisi spettrale, ma diventano noti dopo che è stata completata l'analisi spettrale. Il pixel in cui sta venendo generato il rumore non è noto e non è recuperato dopo l'analisi spettrale, ma poiché il flusso di bit sta venendo utilizzato come collettore di rumore generale, non è necessario che siano noti.

Mentre sono configurati come analizzatore di spettro, i 30 miscelatori nell'esempio della Figura 3c possono essere utilizzati in 15 paia, ciascun paio demodulando i segnali I e Q per 15 frequenze differenti generate dagli NCO 315. Queste frequenze possono essere, per esempio, tra 200 kHz e 300 kHz. Gli NCO 315 possono produrre

un'onda sinusoidale a rampa digitale che può essere utilizzata dai miscelatori digitali 304 per demodulare l'uscita di rumore del circuito di somma 340. Per esempio, l'NCO 315_0_A può generare la componente I di frequenza F_0 , mentre l'NCO 315_0_B può generare la componente Q di F_0 . Similmente, l'NCO 315_0_C può generare la componente I di frequenza F_1 , l'NCO 315_1_A può generare la componente Q di F_1 , l'NCO 315_1_B può generare la componente I di frequenza F_2 , l'NCO 315_1_C può generare la componente Q di F_2 , ecc.

L'uscita del circuito di somma 340 (il segnale di rumore) quindi può essere demodulata dalle componenti I e Q da F_0 fino a F_{14} utilizzando le 15 paia di miscelatori. Il risultato di ciascun miscelatore 304 può essere accumulato negli accumulatori 308. Ciascun accumulatore 308 può essere un registro digitale che, su un periodo di tempo di campionamento, può accumulare (sommare insieme) i valori istantanei provenienti dal miscelatore 304. Alla fine del periodo di tempo di campionamento, il valore accumulato rappresenta la quantità di segnale di rumore a quella frequenza e fase.

I risultati accumulati di una demodulazione in I e Q a una frequenza particolare possono rappresentare la quantità di contenuto a quella frequenza che è in fase o in quadratura. Questi due valori possono quindi essere

utilizzati in un circuito di calcolo di fase e di grandezza 342 per trovare il valore assoluto della grandezza totale (ampiezza) a quella frequenza. Una grandezza maggiore può indicare un livello di rumore di fondo maggiore a quella frequenza. Il valore di grandezza calcolato da ciascun circuito di calcolo di fase e di grandezza 342 può essere salvato. Si noti che senza la componente Q, il rumore che era fuori fase con la frequenza di demodulazione può rimanere non rilevato.

Questo intero processo può essere ripetuto per 15 frequenze differenti da F15 a F29. Si possono quindi confrontare i valori di grandezza salvati per ciascuna delle 30 frequenze, e si possono scegliere le tre frequenze con i più bassi valori di grandezza (e perciò con i più bassi livelli di rumore), dette qui frequenze A, B e C. In generale, il numero di frequenze a basso rumore scelto può corrispondere al numero di miscelatori in ciascun canale di rilevamento.

Ancora con riferimento alla Figura 3c, quando i canali di rilevamento 300 sono configurati come logica di scansione di pannello, le linee tratteggiate nella Figura 3c possono essere ignorate. In ciascuna delle Fasi da 4 a 19, si possono utilizzare varie fasi delle frequenze a basso rumore selezionate per stimolare simultaneamente le righe del pannello a sensori di sfioramento, e i

molteplici miscelatori in ciascun canale di rilevamento possono essere configurati per demodulare il segnale ricevuto dalla colonna connessa a ciascun canale di rilevamento utilizzando le frequenze a basso rumore selezionate A, B e C. Nell'esempio della Figura 3c, NCO_0_A può generare una frequenza A, NCO_0_B può generare una frequenza B, NCO_0_C può generare una frequenza C, NCO_1_A può generare una frequenza A, NCO_1_B può generare una frequenza B, NCO_1_C può generare una frequenza C, ecc. I segnali demodulati provenienti da ciascun miscelatore 304 in ciascun canale di rilevamento possono quindi essere accumulati negli accumulatori 308, e salvati.

In generale, le R uscite di miscelatore per qualsiasi canale di rilevamento M (dove M = da 0 a N-1) demodulate da R frequenze a basso rumore $F_0, F_1 \dots F_{R-1}$ possono essere rappresentate dalla notazione $xF_0S[chM], xF_1S[chM] \dots xF_{R-1}S[chM]$, dove xF_0 rappresenta l'uscita di un miscelatore demodulata con la frequenza F_0 , xF_1 rappresenta l'uscita di un miscelatore demodulata con la frequenza F_1 , xF_{R-1} rappresenta l'uscita di un miscelatore demodulata con la frequenza F_{R-1} , e S rappresenta il numero di sequenza nella fase di scansione di pannello.

Perciò, nella Fase 4 (che rappresenta il numero di sequenza 1 nella fase di scansione di pannello), e

utilizzando le frequenze a basso rumore A, B e C come frequenze di demodulazione, le uscite da salvare possono essere dette $xa1[ch0]$, $xb1[ch0]$, $xc1[ch0]$, $xa1[ch1]$, $xb1[ch1]$, $xc1[ch1]$, ... $xa1[ch9]$, $xb1[ch9]$, $xc1[ch9]$. Così, nell'esempio attuale, nella Fase 4 sono salvati 30 risultati. Nella Fase 5 (che rappresenta il numero di sequenza 2 nella fase di scansione di pannello), i 30 risultati da salvare possono essere detti $xa2[ch0]$, $xb2[ch0]$, $xc2[ch0]$, $xa2[ch1]$, $xb2[ch1]$, $xc2[ch1]$, ... $xa2[ch9]$, $xb2[ch9]$, $xc2[ch9]$. Le 30 uscite da salvare in ciascuna delle Fasi da 6 a 19 possono essere chiamate in modo simile.

Si dovrebbe comprendere che la logica aggiuntiva all'esterno dei canali di rilevamento nella Figura 3c può essere implementata nella logica di scansione di canale 110 della Figura 1, sebbene possa anche essere posizionata altrove.

La Figura 4c illustra un piano di scansione capacitivo esemplificativo 410 corrispondente all'esempio attuale secondo forme realizzative dell'invenzione. La Figura 4c descrive le Fasi da 0 a 19 come rappresentate nella Figura 4b per un pannello a sensori esemplificativo avente 15 righe da R0 a R14.

La Fase 0 può rappresentare la fase di LCD nel cui tempo l'LCD può essere aggiornato. La fase di LCD può

impiegare circa 12 ms, un tempo durante il quale non si può stimolare alcuna riga.

Le Fasi da 1 a 19 possono rappresentare l'intervallo di cancellazione verticale per l'LCD, un tempo durante il quale l'LCD non sta cambiando tensioni.

Le Fasi da 1 a 3 possono rappresentare la fase di identificazione di frequenza a basso rumore che può impiegare circa 0,6 ms, di nuovo un tempo durante il quale non si può stimolare alcuna riga. Nella Fase 1, le componenti I e Q di frequenze differenti varianti da 200 kHz a 300 kHz (separate da almeno 10 kHz) possono essere applicate simultaneamente a paia di miscelatori nei canali di rilevamento configurati come analizzatore di spettro, e si può salvare una grandezza del rumore a quelle frequenze. Nella Fase 2, le componenti I e Q di frequenze differenti varianti da 300 kHz a 400 kHz possono essere applicate simultaneamente a paia di miscelatori nei canali di rilevamento configurati come analizzatore di spettro, e si può salvare una grandezza del rumore a quelle frequenze. Nella Fase 3, si possono identificare le frequenze al più basso rumore A, B e C localizzando le frequenze che hanno prodotto le più basse grandezze salvate. L'identificazione delle frequenze al più basso rumore può essere effettuata unicamente sugli spettri misurati nelle fasi 1 e 2, oppure può anche

prendere in considerazione le misurazioni storiche ottenute dalle fasi 1 e 2 di trame precedenti.

Le Fasi da 4 a 19 possono rappresentare la fase di scansione di pannello che può impiegare circa 3,4 ms.

Nella Fase 4, che può impiegare circa 0,2 ms, le fasi positive e negative di A, B e C possono essere applicate ad alcune righe, mentre altre righe possono essere lasciate non stimulate. Si dovrebbe comprendere che +A può rappresentare la frequenza di scansione A con una fase positiva, -A può rappresentare la frequenza di scansione A con una fase negativa, +B può rappresentare la frequenza di scansione B con una fase positiva, -B può rappresentare la frequenza di scansione B con una fase negativa, +C può rappresentare la frequenza di scansione C con una fase positiva, e -C può rappresentare la frequenza di scansione C con una fase negativa. Gli amplificatori di carica nei canali di rilevamento accoppiati alle colonne del pannello a sensori possono rilevare la carica totale accoppiata sulla colonna dovuta alle righe che sono stimulate. L'uscita di ciascun amplificatore di carica può essere demodulata dai tre miscelatori nel canale di rilevamento, ciascun miscelatore ricevendo la frequenza di demodulazione A, B o C. Si possono ottenere e salvare i risultati o i valori x_{a1} , x_{b1} e x_{c1} , dove x_{a1} , x_{b1} e x_{c1} sono vettori. Per

esempio, $xa1$ può essere un vettore con 10 valori $xa1[ch0]$, $xa1[ch1]$, $xa1[ch2]$... $xa1[ch9]$, $xb1$ può essere un vettore con 10 valori $xb1[ch0]$, $xb1[ch1]$, $xb1[ch2]$... $xb1[ch9]$, e $xc1$ può essere un vettore con 10 valori $xc1[ch0]$, $xc1[ch1]$, $xc1[ch2]$... $xc1[ch9]$.

In particolare, nella Fase 4, $+A$ è applicata alle righe 0, 4, 8 e 12, $+B$, $-B$, $+B$ e $-B$ sono applicate rispettivamente alle righe 1, 5, 9 e 13, $+C$, $-C$, $+C$ e $-C$ sono applicate rispettivamente alle righe 2, 6, 10 e 14, e non è applicata alcuna stimolazione alle righe 3, 7, 11 e 15. Il canale di rilevamento connesso alla colonna 0 rileva la carica che è iniettata nella colonna 0 da tutte le righe stimulate, alle fasi e frequenze indicate. I tre miscelatori nel canale di rilevamento ora possono essere impostati per demodulare A, B e C, e si possono ottenere tre risultati vettoriali differenti $xa1$, $xb1$ e $xc1$ per il canale di rilevamento. Per esempio, il vettore $xa1$ può rappresentare la somma della carica iniettata nelle colonne da 0 a 9 nelle quattro righe che sono stimulate da $+A$ (per es. le righe 0, 4, 8 e 12). Il vettore $xa1$ non fornisce informazioni complete, tuttavia, poiché la riga particolare nella quale si è verificato uno sfioramento non è ancora nota. Parallelamente, nella Fase 4, le righe 1 e 5 possono essere stimulate con $+B$, e le righe 9 e 13 possono essere stimulate con $-B$, e il vettore $xb1$ può

rappresentare la somma della carica iniettata nelle colonne da 0 a 9 nelle righe che sono stimulate da +B e da -B (per es. le righe 1, 5, 9 e 13). Parallelamente, nella stessa Fase 4, le righe 2 e 14 possono essere stimulate con +C, e le righe 6 e 10 possono essere stimulate con -C, e il vettore x_{c1} può rappresentare la somma della carica iniettata nelle colonne da 0 a 9 nelle righe che sono stimulate da +C e da -C (per es. le righe 2, 6, 10 e 14). Così, alla conclusione della Fase 4, si ottengono e si memorizzano tre vettori contenenti 10 risultati ciascuno, per un totale di 30 risultati.

Le fasi da 5 a 19 sono simili alla Fase 4, eccetto che si possono applicare fasi differenti di A, B e C a righe differenti, e che si ottengono risultati vettoriali differenti in ciascuna fase. Alla conclusione della Fase 19, sarà stato ottenuto un totale di 480 risultati nell'esempio della Figura 4c. Ottenendo i 480 risultati in ciascuna delle Fasi da 4 a 19, si utilizza un approccio fattoriale, combinatorio, in cui per ciascun pixel si ottengono informazioni in modo incrementale riguardanti l'immagine di uno sfioramento per ciascuna delle tre frequenze A, B e C.

Si dovrebbe notare che le Fasi da 4 a 19 illustrano una combinazione di due elementi distintivi, una scansione multifase e una scansione multifrequenza.

Ciascun elemento distintivo può avere il proprio beneficio. La scansione multifrequenza può far risparmiare tempo per un fattore tre, mentre la scansione multifase può fornire un rapporto di segnale su rumore (SNR, "Signal-to-Noise Ratio") migliore per circa un fattore due.

La scansione multifase può essere impiegata stimolando simultaneamente la maggior parte o tutte le righe utilizzando fasi differenti di molteplici frequenze. La scansione multifase è descritta nella Domanda Statunitense copendente della Richiedente n. 11/619,433 intitolata "Simultaneous Sensing Arrangement", depositata il 3 gennaio 2007, i cui contenuti sono incorporati qui tramite citazione. Un beneficio della scansione multifase è che si possono ottenere maggiori informazioni da una singola scansione del pannello. La scansione multifase può ottenere un risultato più accurato perché minimizza la possibilità di inesattezze che possono essere prodotte a causa di certi allineamenti delle fasi del rumore e della frequenza di stimolazione.

In aggiunta, si può impiegare la scansione multifrequenza per stimolare simultaneamente la maggior parte o tutte le righe utilizzando molteplici frequenze. Come indicato in precedenza, la scansione multifrequenza fa risparmiare tempo. Per esempio, in alcuni procedimenti

precedenti, si può effettuare la scansione di 15 righe in 15 fasi a una frequenza A, poi si può effettuare la scansione delle 15 righe in 15 fasi alla frequenza B, quindi si può effettuare la scansione delle 15 righe in 15 fasi alla frequenza C, per un totale di 45 fasi. Tuttavia, utilizzando una scansione multifrequenza come rappresentato nell'esempio della Figura 4c, può essere richiesto solo un totale di 16 fasi (dalla Fase 4 alla Fase 19). La multifrequenza nella sua forma realizzativa più semplice può includere la scansione simultanea di R0 alla frequenza A, di R1 alla frequenza B, e di R2 alla frequenza C in una prima fase, quindi la scansione simultanea di R1 alla frequenza A, di R2 alla frequenza B, e di R3 alla frequenza C nella fase 2, ecc. per un totale di 15 fasi.

Alla conclusione delle Fasi da 4 a 19, quando sono stati ottenuti e memorizzati i 480 risultati descritti in precedenza, si possono effettuare calcoli aggiuntivi utilizzando questi 480 risultati.

La Figura 4d illustra i calcoli esemplificativi per un particolare canale M per calcolare i risultati di una immagine completa a frequenze a basso rumore differenti corrispondenti all'esempio attuale secondo forme realizzative dell'invenzione. Nell'esempio attuale, per ciascun canale M, dove $M =$ da 0 a 9, si possono

effettuare i 45 calcoli rappresentati nella Figura 4d per ottenere un risultato di riga per ciascuna riga e ciascuna frequenza A, B e C. Ciascun insieme di 45 calcoli per ciascun canale può generare un valore di pixel risultante per la colonna di pixel associata a quel canale. Per esempio, il calcolo della frequenza A, Riga 0, $(xa1[chM] + xa2[chM] + xa3[chM] + xa4[chM])/4$ può generare il risultato del canale M, riga 0, per la frequenza A. Nell'esempio attuale, dopo che tutti i calcoli sono stati effettuati e memorizzati per ogni canale, sarà stato ottenuto un totale di 450 risultati. Questi calcoli corrispondono alla Fase 20 della Figura 4b.

Di questi 450 risultati, ce ne saranno 150 per la frequenza A, 150 per la frequenza B e 150 per la frequenza C. I 150 risultati per una frequenza particolare rappresentano una mappa di immagine o una immagine di sfioramento a quella frequenza poiché è fornito un valore univoco per ciascuna colonna (cioè canale) e intersezione di riga. Queste immagini di sfioramento quindi possono essere elaborate mediante un software che sintetizza le tre immagini e che guarda le loro caratteristiche per determinare quali frequenze sono intrinsecamente rumorose e quali frequenze sono intrinsecamente pulite. Quindi si può effettuare una

ulteriore elaborazione. Per esempio, se tutte le tre frequenze A, B e C sono relativamente prive di rumore, i risultati possono essere mediati insieme.

Si dovrebbe comprendere che i calcoli rappresentati nelle Figure 4c e 4d possono essere effettuati sotto il controllo del processore di pannello 102 o del processore principale 128 della Figura 1, sebbene possano anche essere effettuati altrove.

La Figura 5a illustra un telefono mobile 536 esemplificativo che può includere un pannello a sensori di sfioramento 524, un dispositivo di visualizzazione 530 unito al pannello a sensori utilizzando un adesivo sensibile alla pressione (PSA, "Pressure Sensitive Adhesive") 534, e altri blocchi di sistema di elaborazione in un sistema di elaborazione 100 della Figura 1 per l'applicazione di molteplici fasi e frequenze di stimolazione al pannello a sensori di sfioramento per identificare le frequenze di stimolazione a basso rumore e per rilevare e localizzare eventi di sfioramento secondo forme realizzative dell'invenzione.

La Figura 5b illustra un riproduttore audio/video digitale 540 esemplificativo che può includere un pannello a sensori di sfioramento 524, un dispositivo di visualizzazione 530 unito al pannello a sensori utilizzando un adesivo sensibile alla pressione (PSA)

534, e altri blocchi di sistema di elaborazione in un sistema di elaborazione 100 della Figura 1 per l'applicazione di molteplici fasi e frequenze di stimolazione al pannello a sensori di sfioramento per identificare le frequenze di stimolazione a basso rumore e per rilevare e localizzare eventi di sfioramento secondo forme realizzative dell'invenzione.

Sebbene siano state descritte completamente forme realizzative di questa invenzione con riferimento ai disegni allegati, è da notare che vari cambiamenti e modifiche diventeranno evidenti agli esperti nella tecnica. Tali cambiamenti e modifiche sono da intendersi inclusi entro l'ambito delle forme realizzative di questa invenzione come definita dalle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

CIÒ CHE VIENE RIVENDICATO È:

1. Procedimento per ottenere una pluralità di valori utilizzati per generare una immagine di sfioramento da un pannello a sensori di sfioramento, comprendente:

l'applicazione simultanea di una pluralità di frequenze di stimolazione aventi fasi positive e negative a una pluralità di linee di pilotaggio del pannello a sensori di sfioramento in una distribuzione particolare;

la ricezione di un segnale da ciascuna di una pluralità di linee di rilevamento del pannello a sensori di sfioramento in un canale di rilevamento differente;

la demodulazione del segnale ricevuto in ciascun canale di rilevamento con una pluralità di frequenze di demodulazione, le frequenze di demodulazione essendo le stesse frequenze delle frequenze di stimolazione ma in fase;

l'accumulazione dei segnali demodulati con la pluralità di frequenze di demodulazione in ciascun canale di rilevamento per generare una pluralità di valori rappresentanti i segnali demodulati accumulati per ciascun canale di rilevamento; e

la memorizzazione della pluralità di valori per tutti i canali di rilevamento.

2. Procedimento della Rivendicazione 1, comprendente

inoltre la ripetizione delle fasi della Rivendicazione 1 una molteplicità di volte e la memorizzazione delle molteplici pluralità di valori dopo l'applicazione simultanea della pluralità di frequenze di stimolazione aventi fasi positive e negative alla pluralità di linee di pilotaggio del pannello a sensori di sfioramento in molteplici distribuzioni univoche.

3. Procedimento della Rivendicazione 2, comprendente inoltre, per ciascuna della pluralità di linee di rilevamento, il calcolo e la memorizzazione di un risultato di linea di pilotaggio per ciascuna linea di pilotaggio e per ciascuna della pluralità di frequenze utilizzando le molteplici pluralità di valori memorizzate.

4. Procedimento della Rivendicazione 2, in cui la pluralità di frequenze di demodulazione sono frequenze a basso rumore selezionate.

5. Procedimento della Rivendicazione 1, comprendente inoltre l'ottenimento della pluralità di valori durante la fase di cancellazione verticale di un visualizzatore a cristalli liquidi (LCD) adiacente al pannello a sensori di sfioramento.

6. In un sistema includente un pannello a sensori avente una pluralità di linee di pilotaggio che sono pilotate simultaneamente con una pluralità di frequenze

di stimolazione aventi fasi positive e negative in una distribuzione particolare, procedimento per l'ottenimento di una pluralità di valori utilizzati per generare una immagine di sfioramento, il procedimento comprendendo:

la demodulazione di un segnale di rilevamento ricevuto su ciascuna linea di rilevamento del pannello a sensori con una pluralità di frequenze di demodulazione, le frequenze di demodulazione essendo le stesse frequenze delle frequenze di stimolazione ma in fase; e

l'accumulazione di ciascuno della pluralità di segnali di rilevamento demodulati per ciascuna linea di rilevamento per generare la pluralità di valori rappresentanti i segnali di rilevamento demodulati accumulati.

7. Procedimento della Rivendicazione 6, la pluralità di linee di pilotaggio sul pannello a sensori di sfioramento essendo pilotata simultaneamente con la pluralità di frequenze di stimolazione aventi fasi positive e negative in molteplici distribuzioni univoche in sequenza, il procedimento comprendendo inoltre:

la memorizzazione di molteplici pluralità di valori dopo l'applicazione simultanea della pluralità di frequenze di stimolazione aventi fasi positive e negative alla pluralità di linee di pilotaggio del pannello a sensori di sfioramento in molteplici distribuzioni

univoche.

8. Procedimento della Rivendicazione 7, comprendente inoltre, per ciascuna della pluralità di linee di rilevamento, il calcolo e la memorizzazione di un risultato di linea di pilotaggio per ciascuna linea di pilotaggio e per ciascuna della pluralità di frequenze utilizzando le molteplici pluralità di valori memorizzate.

9. Procedimento della Rivendicazione 7, in cui la pluralità di frequenze di demodulazione sono frequenze a basso rumore selezionate.

10. Procedimento della Rivendicazione 6, comprendente inoltre l'ottenimento della pluralità di valori durante la fase di cancellazione verticale di un visualizzatore a cristalli liquidi (LCD) adiacente al pannello a sensori di sfioramento.

11. Apparecchiatura per l'ottenimento di una pluralità di valori utilizzati per generare una immagine di sfioramento da un pannello a sensori di sfioramento, comprendente:

una pluralità di canali di rilevamento, ciascun canale di rilevamento includendo

un amplificatore di carica configurato per la ricezione di un segnale proveniente da una linea di rilevamento differente del pannello a sensori di

sfioramento,

una pluralità di miscelatori accoppiati a una uscita del moltiplicatore,

un circuito generatore di frequenza accoppiato a ciascuno della pluralità di miscelatori per generare una frequenza di demodulazione, e

un accumulatore accoppiato a ciascuno della pluralità di miscelatori per generare un valore rappresentante una uscita di miscelatore accumulata;

in cui ciascun circuito generatore di frequenza in ciascun canale di rilevamento genera una frequenza di demodulazione differente, le frequenze di demodulazione differenti corrispondendo a frequenze di stimolazione differenti applicate simultaneamente con fasi differenti alle linee di pilotaggio del pannello a sensori di sfioramento.

12. Apparecchiatura della Rivendicazione 11, uno o più dei circuiti generatori di frequenza comprendendo un oscillatore controllato numericamente (NCO).

13. Apparecchiatura della Rivendicazione 11, comprendente inoltre una memoria per la memorizzazione della pluralità di valori generati da ciascun canale di rilevamento.

14. Apparecchiatura della Rivendicazione 13, comprendente inoltre un processore per il calcolo e la

memorizzazione, per ciascuna della pluralità di linee di rilevamento, di un risultato di linea di pilotaggio per ciascuna linea di pilotaggio e per ciascuna della pluralità di frequenze di demodulazione utilizzando la pluralità di valori memorizzata.

15. Sistema di elaborazione comprendente l'apparecchiatura della Rivendicazione 11.

16. Telefono mobile comprendente il sistema di elaborazione della Rivendicazione 15.

17. Riproduttore audio digitale comprendente il sistema di elaborazione della Rivendicazione 15.

18. Procedimento per il funzionamento di uno schermo a sfioramento, lo schermo a sfioramento avendo un pannello a sensori di sfioramento e un dispositivo di visualizzazione, il procedimento comprendendo:

l'aggiornamento del dispositivo di visualizzazione durante un periodo attivo del dispositivo di visualizzazione; e

l'ottenimento di una immagine di sfioramento dal pannello a sensori di sfioramento durante una fase di cancellazione verticale del dispositivo di visualizzazione.

19. Procedimento della Rivendicazione 18, in cui il dispositivo di visualizzazione è un visualizzatore a cristalli liquidi (LCD).

20. Sistema per l'ottenimento di una pluralità di valori da un pannello a sensori di sfioramento, la pluralità di valori per la generazione di una immagine di sfioramento, il sistema comprendendo:

un pannello a sensori di sfioramento avente una pluralità di linee di pilotaggio e una pluralità di linee di rilevamento; e

un circuito integrato accoppiato al pannello a sensori di sfioramento, includente

una logica di pilotaggio configurata per la generazione di una pluralità di segnali di stimolazione alla pluralità di linee di pilotaggio, la logica di pilotaggio includendo una pompa di carica configurata per la conversione di una tensione di alimentazione a livello basso per il circuito integrato in una tensione di alimentazione a livello più elevato, la logica di pilotaggio essendo configurata inoltre per la conversione della tensione di alimentazione a livello più elevato in segnali di stimolazione di ampiezza ridotta, e

una pluralità di canali di rilevamento, ciascun canale di rilevamento includendo un amplificatore di carica configurato per la ricezione di un segnale di rilevamento proveniente da una linea di rilevamento differente del pannello a sensori di sfioramento, la pluralità di canali di rilevamento per la generazione

della pluralità di valori dalle linee di rilevamento ricevute, la pluralità di valori rappresentando una pluralità di uscite di miscelatore accumulate;

in cui ciascun amplificatore di carica in ciascun canale di rilevamento include una capacità di retroazione ridotta la cui dimensione fisica è scalata verso il basso secondo una quantità inferiore di carica iniettata sulle linee di rilevamento dai segnali di stimolazione ad ampiezza ridotta.

21. Sistema della Rivendicazione 20, ciascun canale di rilevamento comprendendo inoltre:

una pluralità di miscelatori accoppiati a una uscita del moltiplicatore;

un circuito generatore di frequenza accoppiato a ciascuno della pluralità di miscelatori per la generazione di una frequenza di demodulazione; e

un accumulatore accoppiato a ciascuno della pluralità di miscelatori per la generazione dei valori rappresentanti le uscite di miscelatore accumulate;

in cui ciascun circuito generatore di frequenza genera una frequenza di demodulazione differente, le frequenze di demodulazione differenti corrispondendo a frequenze di stimolazione differenti applicate simultaneamente alle linee di pilotaggio del pannello a sensori di sfioramento.

22. Sistema della Rivendicazione 21, uno o più dei circuiti generatori di frequenza comprendendo un oscillatore controllato numericamente (NCO).

23. Sistema della Rivendicazione 21, comprendente inoltre una memoria per la memorizzazione della pluralità di valori generati da ciascun canale di rilevamento.

24. Sistema della Rivendicazione 23, comprendente inoltre un processore per il calcolo e la memorizzazione, per ciascuna della pluralità di linee di rilevamento, di un risultato di linea di pilotaggio per ciascuna linea di pilotaggio e per ciascuna della pluralità di frequenze di demodulazione utilizzando la pluralità di valori memorizzata.

25. Sistema di elaborazione comprendente il sistema della Rivendicazione 21.

26. Telefono mobile comprendente il sistema di elaborazione della Rivendicazione 25.

27. Riproduttore audio digitale comprendente il sistema di elaborazione della Rivendicazione 25.

28. Procedimento per l'ottenimento di una pluralità di valori da un pannello a sensori di sfioramento, la pluralità di valori per la generazione di una immagine di sfioramento, il procedimento comprendendo:

l'utilizzo di una pompa di carica all'interno di un circuito integrato per convertire una tensione di

alimentazione a livello basso per il circuito integrato in una tensione a livello più elevato,

l'utilizzo della tensione a livello più elevato per generare segnali di stimolazione di ampiezza ridotta all'interno del circuito integrato, i segnali di stimolazione di ampiezza ridotta per il pilotaggio di una pluralità di linee di pilotaggio in un pannello a sensori di sfioramento;

la ricezione di un segnale di rilevamento proveniente da ciascuna di una pluralità di linee di rilevamento nel pannello a sensori di sfioramento in un amplificatore di carica in ciascuno di una pluralità di canali di rilevamento all'interno del circuito integrato, la pluralità di canali di rilevamento per la generazione della pluralità di valori dai segnali di rilevamento ricevuti, la pluralità di valori rappresentando una pluralità di uscite di miscelatore accumulate; e

l'utilizzo di una capacità di retroazione ridotta in ciascun amplificatore di carica la cui dimensione fisica è scalata verso il basso secondo una quantità inferiore di carica iniettata sulle linee di rilevamento dai segnali di stimolazione di ampiezza ridotta.

29. Procedimento della Rivendicazione 28,
comprendente inoltre:

la demodulazione del segnale di rilevamento ricevuto

in ciascun canale di rilevamento utilizzando una pluralità di frequenze di demodulazione differenti, le frequenze di demodulazione differenti corrispondendo a frequenze di stimolazione differenti applicate simultaneamente alle linee di pilotaggio del pannello a sensori di sfioramento; e

l'accumulazione dei segnali di rilevamento demodulati in ciascun canale di rilevamento per generare la pluralità di valori.

30. Procedimento della Rivendicazione 29, comprendente inoltre la generazione di frequenze di demodulazione per la demodulazione dei segnali di rilevamento ricevuti utilizzando uno o più oscillatori controllati numericamente (NCO).

31. Procedimento della Rivendicazione 28, comprendente inoltre la memorizzazione della pluralità di valori generati da ciascun canale di rilevamento, e il calcolo e la memorizzazione, per ciascuna della pluralità di linee di rilevamento, di un risultato di linea di pilotaggio per ciascuna linea di pilotaggio e per ciascuna della pluralità di frequenze di demodulazione utilizzando la pluralità di valori memorizzata.

32. Telefono mobile includente una apparecchiatura per l'ottenimento di una pluralità di valori utilizzati per generare una immagine di sfioramento da un pannello a

sensori di sfioramento, l'apparecchiatura comprendendo:

una pluralità di canali di rilevamento, ciascun canale di rilevamento includendo

un amplificatore di carica configurato per la ricezione di un segnale proveniente da una linea di rilevamento differente del pannello a sensori di sfioramento,

una pluralità di miscelatori accoppiati a una uscita del multiplatore,

un circuito generatore di frequenza accoppiato a ciascuno della pluralità di miscelatori per la generazione di una frequenza di demodulazione, e

un accumulatore accoppiato a ciascuno della pluralità di miscelatori per la generazione di un valore rappresentante una uscita di miscelatore accumulata;

in cui ciascun circuito generatore di frequenza in ciascun canale di rilevamento genera una frequenza di demodulazione differente, le frequenze di demodulazione differenti corrispondendo a frequenze di stimolazione differenti applicate simultaneamente con fasi differenti a linee di pilotaggio del pannello a sensori di sfioramento.

33. Riproduttore audio digitale includente una apparecchiatura per l'ottenimento di una pluralità di valori utilizzati per generare una immagine di

sfioramento da un pannello a sensori di sfioramento, il riproduttore audio digitale comprendendo:

una pluralità di canali di rilevamento, ciascun canale di rilevamento includendo

un amplificatore di carica configurato per la ricezione di un segnale proveniente da una linea di rilevamento differente del pannello a sensori di sfioramento,

una pluralità di miscelatori accoppiati a una uscita del multiplatore,

un circuito generatore di frequenza accoppiato a ciascuno della pluralità di miscelatori per la generazione di una frequenza di demodulazione, e

un accumulatore accoppiato a ciascuno della pluralità di miscelatori per la generazione di un valore rappresentante una uscita di miscelatore accumulata;

in cui ciascun circuito generatore di frequenza in ciascun canale di rilevamento genera una frequenza di demodulazione differente, le frequenze di demodulazione differenti corrispondendo a frequenze di stimolazione differenti applicate simultaneamente con fasi differenti a linee di pilotaggio del pannello a sensori di sfioramento.

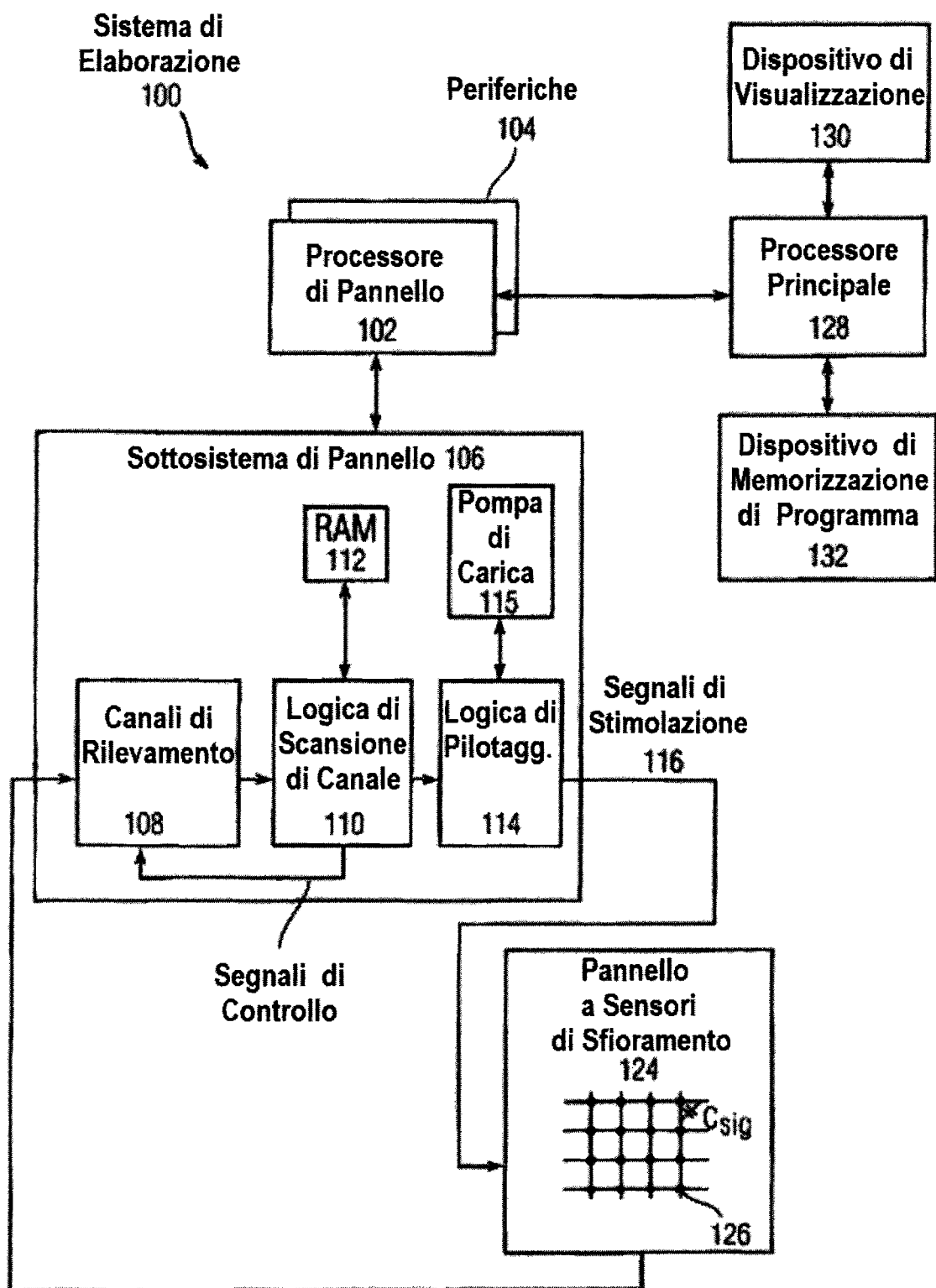


Fig. 1

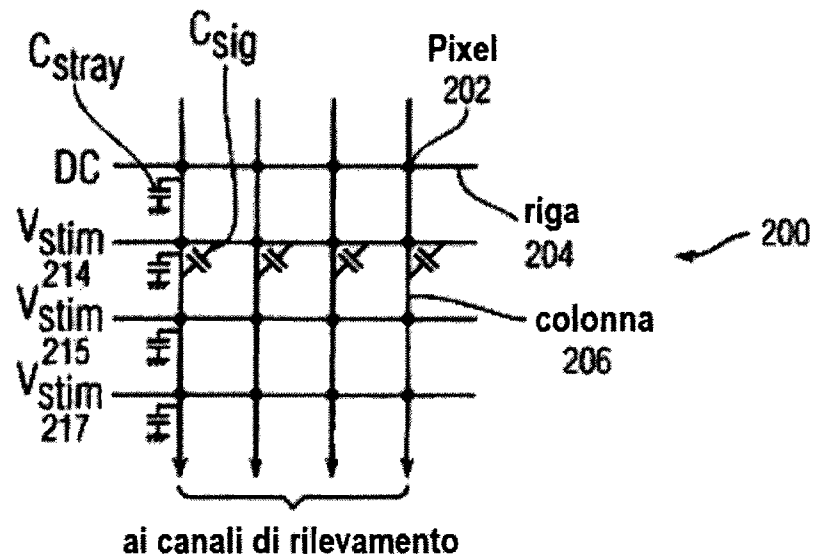


Fig. 2a

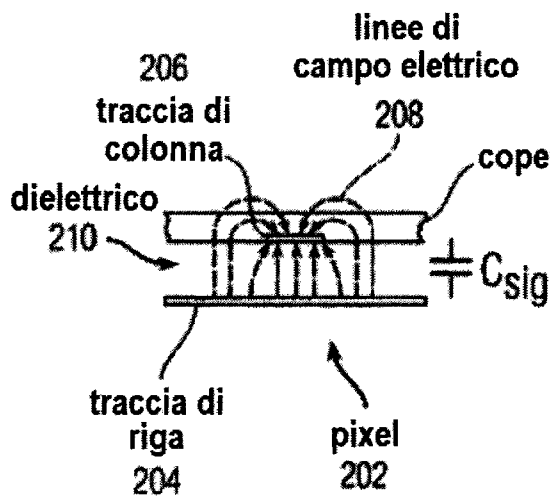


Fig. 2b

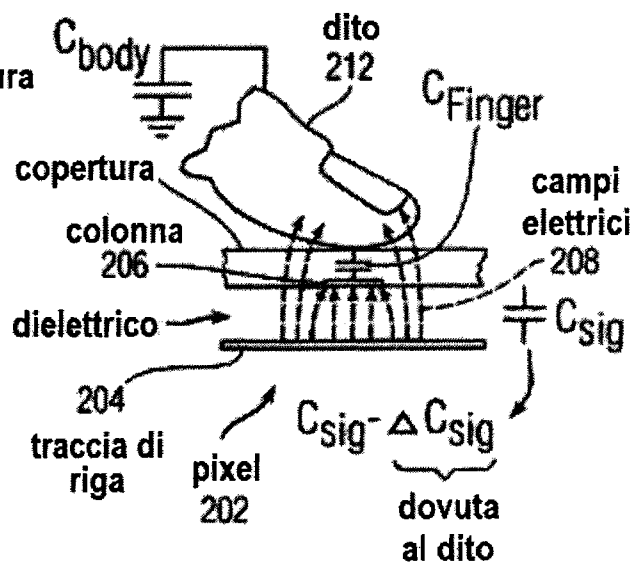


Fig. 2c

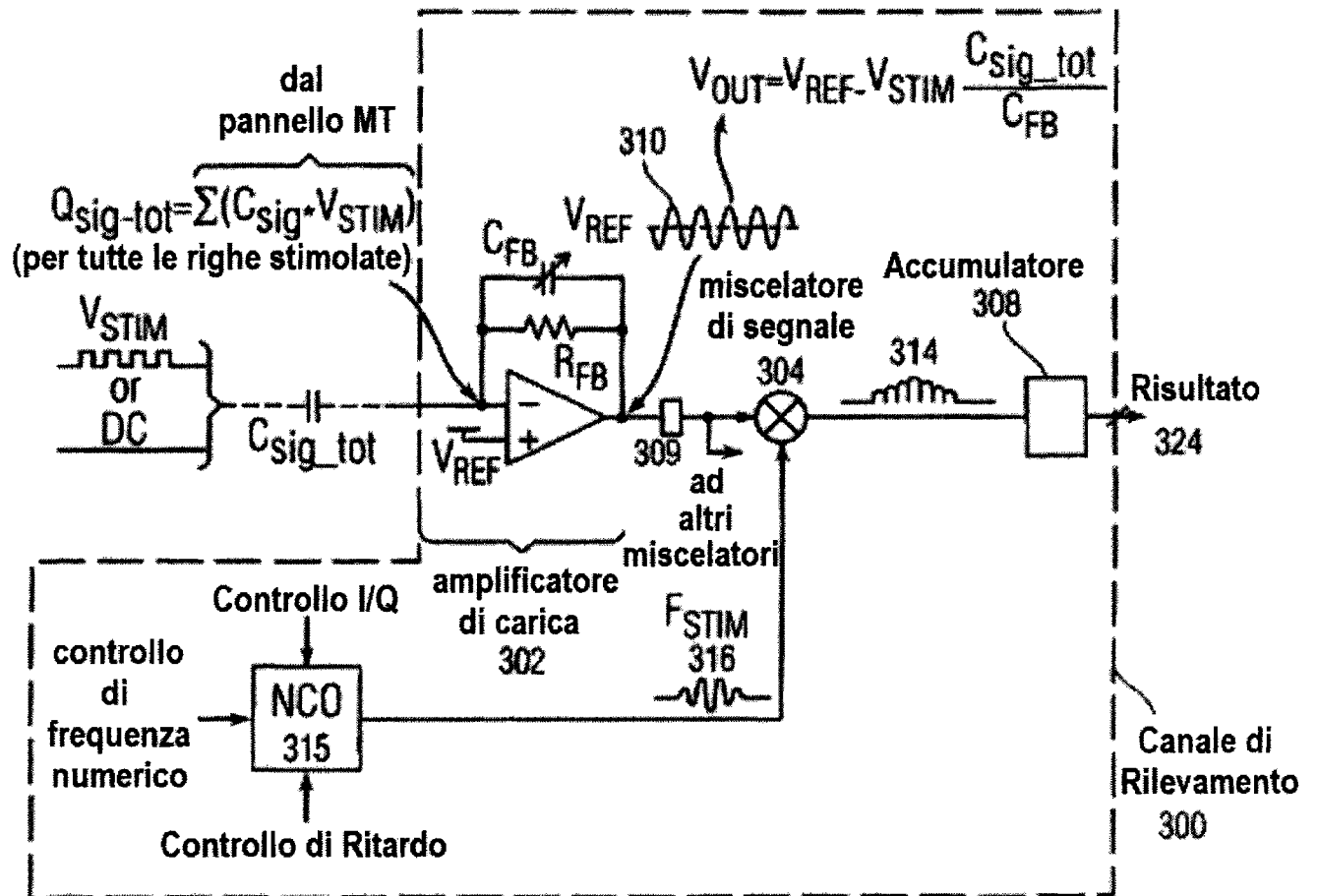


Fig. 3a

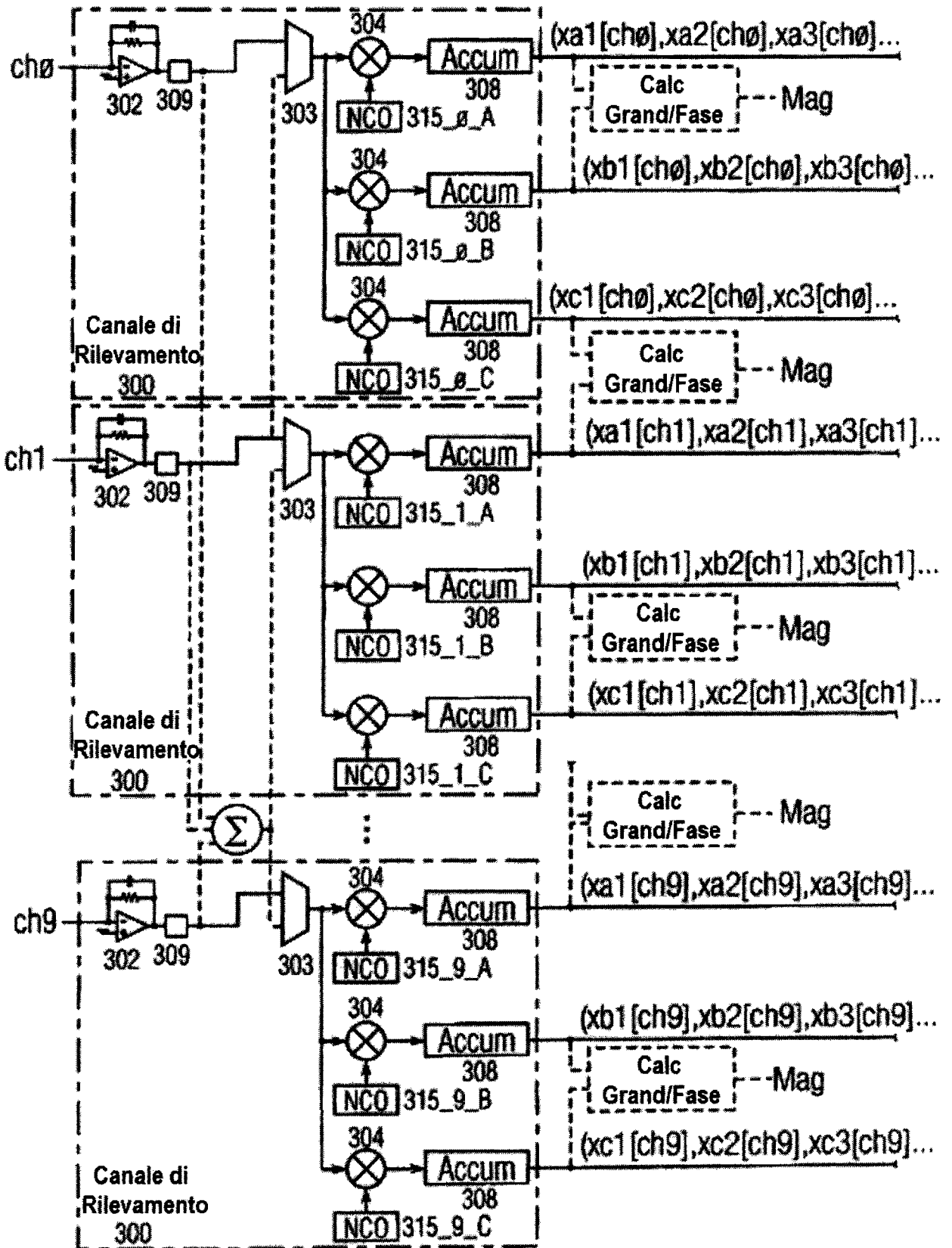


Fig. 3c

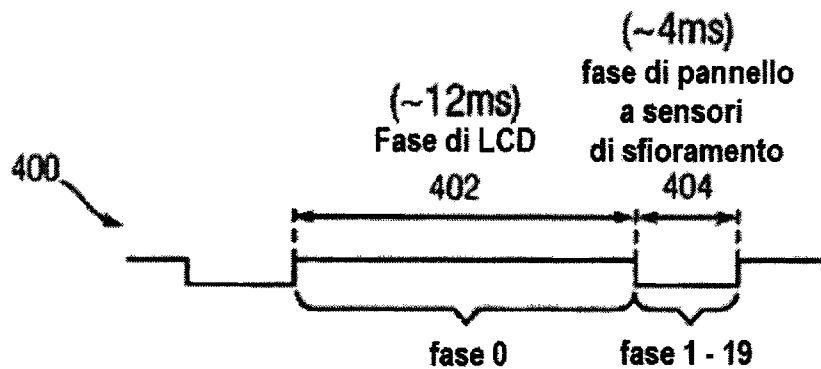


Fig. 4a

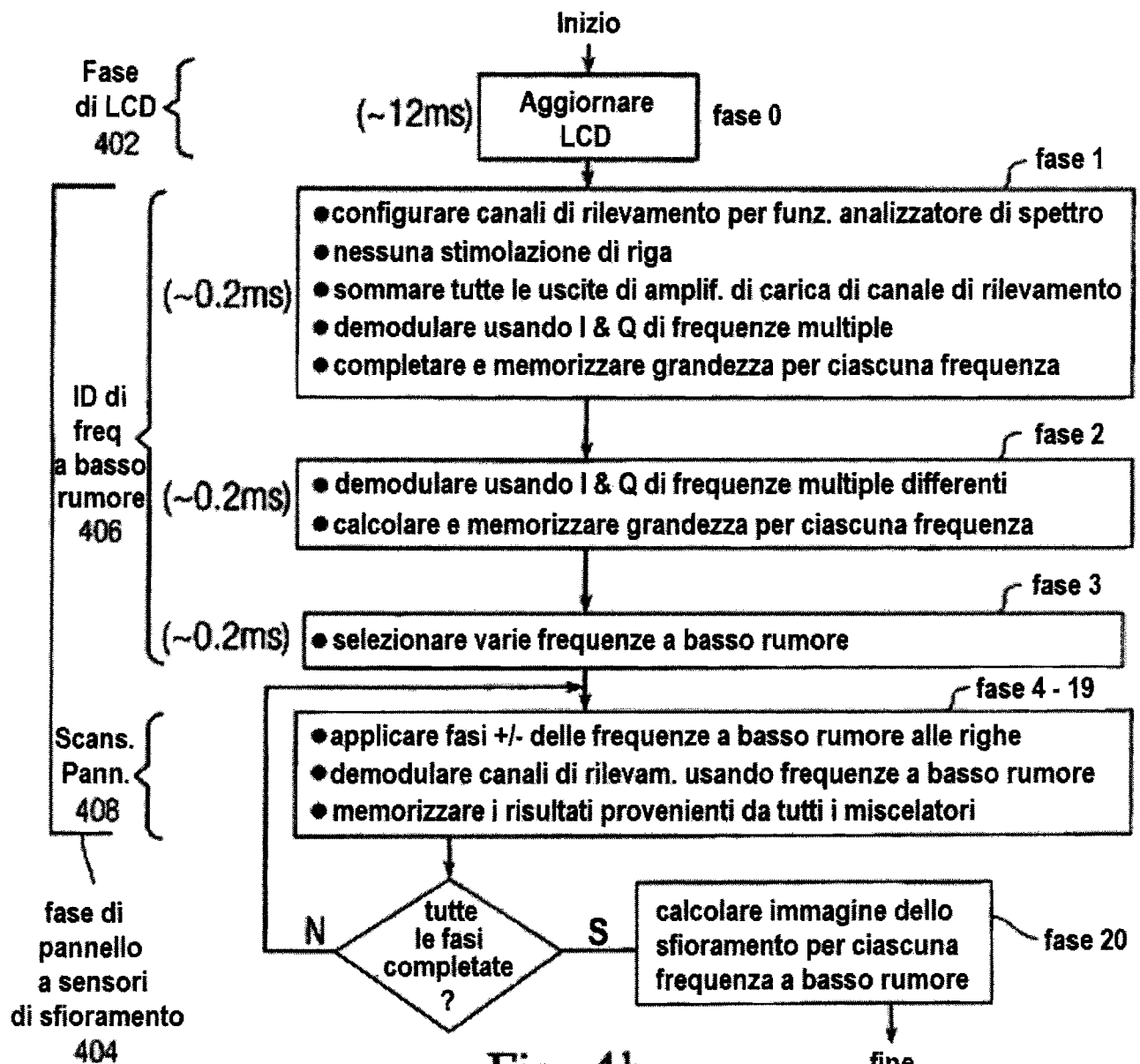


Fig. 4b

Stim di riga																	cosa	risultato	inizio (ms)	fatto (ms)
step	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14					
0	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	n/a	LCD	n/a	0	12.0
1	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	spettro	200-300 kHz	12.0	12.2
2	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	analizzatore	300-400 kHz	12.2	12.4
3	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	ID ff basso rum	1A,1B,1C	12.4	12.6
4	+A	+B	+C	no	+A	+B	-C	no	+A	-B	-C	no	+A	-B	+C		scans	xa1*,xb1*,xc1*	12.6	12.8
5	+A	+B	+C	no	+A	-B	-C	no	-A	-B	+C	no	-A	+B	-C		scans	xa2*,xb2*,xc2*	12.8	13.0
6	+A	+B	+C	no	-A	-B	+C	no	-A	+B	+C	no	+A	-B	+C		scans	xa3*,xb3*,xc3*	13.0	13.2
7	+A	+B	+C	no	-A	+B	+C	no	+A	+B	-C	no	-A	+B	-C		scans	xa4*,xb4*,xc4*	13.2	13.4
8	no	+A	+B	+C	no	+A	+B	-C	no	+A	-B	-C	no	+A	-B		scans	xa5*,xb5*,xc5*	13.4	13.6
9	no	+A	+B	+C	no	+A	-B	-C	no	-A	-B	+C	no	-A	+B		scans	xa6*,xb6*,xc6*	13.6	13.8
10	no	+A	+B	+C	no	-A	-B	+C	no	-A	+B	+C	no	+A	-B		scans	xa7*,xb7*,xc7*	13.8	14.0
11	no	+A	+B	+C	no	-A	+B	+C	no	+A	+B	-C	no	-A	+B		scans	xa8*,xb8*,xc8*	14.0	14.2
12	+C	no	+A	+B	+C	no	+A	+B	-C	no	+A	-B	-C	no	+A		scans	xa9*,xb9*,xc9*	14.2	14.4
13	-C	no	+A	+B	+C	no	+A	-B	-C	no	-A	-B	+C	no	-A		scans	xa10*,xb10*,xc10*	14.4	14.6
14	+C	no	+A	+B	+C	no	-A	-B	+C	no	-A	+B	+C	no	+A		scans	xa11*,xb11*,xc11*	14.6	14.8
15	-C	no	+A	+B	+C	no	-A	+B	+C	no	+A	+B	-C	no	-A		scans	xa12*,xb12*,xc12*	14.8	15.0
16	-B	+C	no	+A	+B	+C	no	+A	+B	-C	no	+A	-B	-C	no		scans	xa13*,xb13*,xc13*	15.0	15.2
17	+B	-C	no	+A	+B	+C	no	+A	-B	-C	no	-A	-B	+C	no		scans	xa14*,xb14*,xc14*	15.2	15.4
18	-B	+C	no	+A	+B	+C	no	-A	-B	+C	no	-A	+B	+C	no		scans	xa15*,xb15*,xc15*	15.4	15.6
19	+B	-C	no	+A	+B	+C	no	-A	+B	+C	no	+A	+B	-C	no		scans	xa16*,xb16*,xc16*	15.6	15.8

* vettore di M valori,
un valore per ciascun canale

Fig. 4c

Riga	Risultato freq. A	Risultato freq. B	Risultato freq. C
R0	$(xa1[chM] + xa2[chM] + xa3[chM] + xa4[chM])/4$	$(-xb13[chM] + xb14[chM] - xb15[chM] + xb16[chM])/4$	$(xc9[chM] - xc10[chM] + xc11[chM] - xc12[chM])/4$
R1	$(xa5[chM] + xa6[chM] + xa7[chM] + xa8[chM])/4$	$(xb1[chM] + xb2[chM] + xb3[chM] + xb4[chM])/4$	$(xc13[chM] - xc14[chM] + xc15[chM] - xc16[chM])/4$
R2	$(xa9[chM] + xa10[chM] + xa11[chM] + xa12[chM])/4$	$(xb5[chM] + xb6[chM] + xb7[chM] + xb8[chM])/4$	$(xc1[chM] + xc2[chM] + xc3[chM] + xc4[chM])/4$
R3	$(xa13[chM] + xa14[chM] + xa15[chM] + xa16[chM])/4$	$(xb9[chM] + xb10[chM] + xb11[chM] + xb12[chM])/4$	$(xc5[chM] + xc6[chM] + xc7[chM] + xc8[chM])/4$
R4	$(xa1[chM] + xa2[chM] - xa3[chM] - xa4[chM])/4$	$(xb13[chM] + xb14[chM] - xb15[chM] + xb16[chM])/4$	$(xc9[chM] + xc10[chM] - xc11[chM] + xc12[chM])/4$
R5	$(xa5[chM] + xa6[chM] - xa7[chM] - xa8[chM])/4$	$(xb1[chM] - xb2[chM] - xb3[chM] + xb4[chM])/4$	$(xc13[chM] + xc14[chM] - xc15[chM] + xc16[chM])/4$
R6	$(xa9[chM] + xa10[chM] - xa11[chM] - xa12[chM])/4$	$(xb5[chM] - xb6[chM] - xb7[chM] + xb8[chM])/4$	$(-xc1[chM] - xc2[chM] + xc3[chM] + xc4[chM])/4$
R7	$(xa13[chM] + xa14[chM] - xa15[chM] - xa16[chM])/4$	$(xb9[chM] - xb10[chM] - xb11[chM] + xb12[chM])/4$	$(-xc5[chM] - xc6[chM] + xc7[chM] + xc8[chM])/4$
R8	$(xa1[chM] - xa2[chM] - xa3[chM] + xa4[chM])/4$	$(xb13[chM] - xb14[chM] - xb15[chM] + xb16[chM])/4$	$(-xc9[chM] - xc10[chM] + xc11[chM] + xc12[chM])/4$
R9	$(xa5[chM] - xa6[chM] - xa7[chM] + xa8[chM])/4$	$(-xb1[chM] - xb2[chM] + xb3[chM] + xb4[chM])/4$	$(-xc13[chM] - xc14[chM] + xc15[chM] + xc16[chM])/4$
R10	$(xa9[chM] - xa10[chM] - xa11[chM] + xa12[chM])/4$	$(-xb5[chM] - xb6[chM] + xb7[chM] + xb8[chM])/4$	$(-xc1[chM] + xc2[chM] + xc3[chM] - xc4[chM])/4$
R11	$(xa13[chM] - xa14[chM] - xa15[chM] + xa16[chM])/4$	$(-xb9[chM] - xb10[chM] + xb11[chM] + xb12[chM])/4$	$(-xc5[chM] + xc6[chM] + xc7[chM] - xc8[chM])/4$
R12	$(xa1[chM] - xa2[chM] + xa3[chM] - xa4[chM])/4$	$(-xb13[chM] - xb14[chM] + xb15[chM] + xb16[chM])/4$	$(-xc9[chM] + xc10[chM] - xc11[chM] + xc12[chM])/4$
R13	$(xa5[chM] - xa6[chM] + xa7[chM] - xa8[chM])/4$	$(-xb1[chM] + xb2[chM] - xb3[chM] + xb4[chM])/4$	$(-xc13[chM] + xc14[chM] - xc15[chM] + xc16[chM])/4$
R14	$(xa9[chM] - xa10[chM] + xa11[chM] - xa12[chM])/4$	$(-xb5[chM] + xb6[chM] - xb7[chM] + xb8[chM])/4$	$(xc1[chM] - xc2[chM] + xc3[chM] - xc4[chM])/4$

Fig. 4d

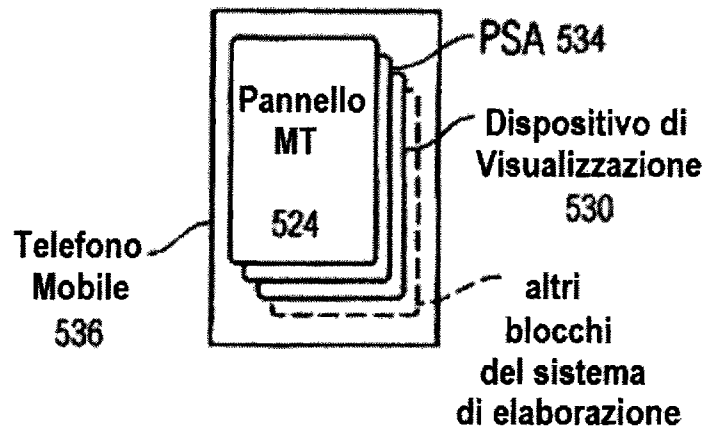


Fig. 5a

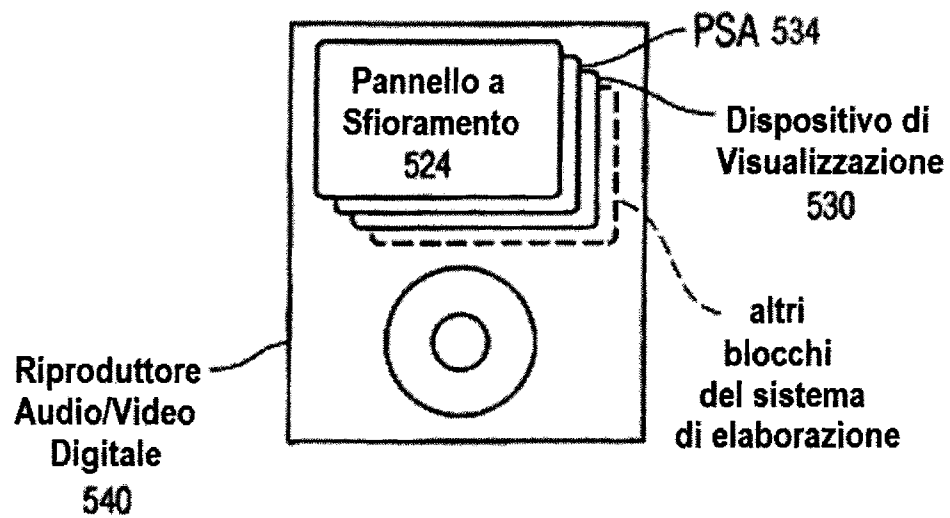


Fig. 5b