

ESD beskyttelse i bærbart udstyr

Kompakte og bærbare elektronikprodukter stiller krav om effektive og robuste off-chip ESD-beskyttelseskredse.

Af teknisk marketingchef Lon Robinson, ON Semiconductor

I de senere år er størrelsen og det brede spektrum af markedet for portabelt elektronikudstyr vokset markant. Imidlertid har anvendelsen af de stadig mindre IC-komponenter, der sætter designere i stand til at udvikle og lancere avancerede portable elektronikprodukter i en lille fysisk formfaktor, samtidig resulteret i, at komponenterne er stadig mere følsomme og udsatte for at blive beskadigede eller ødelagte af ESD (ElectroStatic Discharge) og andre kraftige transientspændinger.

Et andet aspekt er, at mange portable elektronikprodukter i reglen kræver, at de anvendte ESD-beskyttelseskredse har en meget lav kapacitans for at bevare en høj signalintegritet i højhastigheds datalinieapplikationer.

For designere af dagens små, portable elektronikprodukter er det derfor en voksende udfordring at finde effektive og robuste off-chip ESD-beskyttelsesløsninger, der kombinerer en lav kapacitans og en lav ESD-clampingspænding i en lille pakning, der er velegnet til indbygning i de stadig fysisk mindre portable elektronikprodukter.

Tre tendenser

Der er tre nøgletendenser i forbindelse med designet af portabelt elektronikudstyr, der har påvirket effektiviteten af de ESD-beskyttelsesprodukter, som anvendes i udstyret. Den første tendens er relateret til den løbende reduktion af produktdesignets samlede formfaktor, der har været muligt på grund af fremkomsten af stadig mindre elektronikkomponenter. Denne tendens betyder, at de aktuelle ESD-beskyttelsesløs-

ninger også skal reduceres i størrelse for at de ikke skal optage for megen plads på det tilgængelige PCB-areal.

Den anden tendens er, at i takt med, at datahastighederne i portabelt elektronikudstyr vokser, skal den aktuelle ESD-beskyttelsesmetode have en lavere kapacitans, så signalintegriteten for højhastigheds datalinierne bevares.

En metode til at bestemme kapacitanskravet for en ESD-beskyttelseskreds til højhastigheds applikationer er via en evaluering af et øjediagram. En ESD-beskyttelse med en kapacitans på mindre end 1 pF vil typisk være en acceptabel løsning til de fleste af dagens højhastigheds applikationer i portabelt elektronikudstyr, inkl. højhastigheds USB 2.0 datakommunikation, der opererer med dataoverføringshastigheder på op til 480 Mbit/sek.

Den tredje tendens er relateret til anvendelsen af IC'ere, der anvender mindre geometrier, som gør dem mere udsatte for at blive ødelagt af kraftige ESD-spændinger. Dagens følsomme IC'ere kræver derfor en ESD-beskyttelseskreds, som kan undertrykke kraftige ESD-spændinger til meget lave clampingspændinger. ESD-beskyttelseskredsene skal være i stand til effektivt at undertrykke den indkommende ESD-transientspænding til en lav clampingspænding for at sikre, at IC'en, der skal beskyttes, ikke bliver ødelagt.

ESD-clampingspændinger kan karakteriseres ved hjælp af et oscilloskop skærmbillede, der viser clampingspændingskurveformen for en ESD-beskyttelseskreds under en IEC61000-4-2 specificeret 8 kV kontaktpuls ESD hændelse. – Jo lavere den samlede

spændingskurveform på ESD-skærmbilledet er under ESD-hændelsen, jo større er muligheden for, at IC'en vil overleve kraftige ESD-transientspændinger.

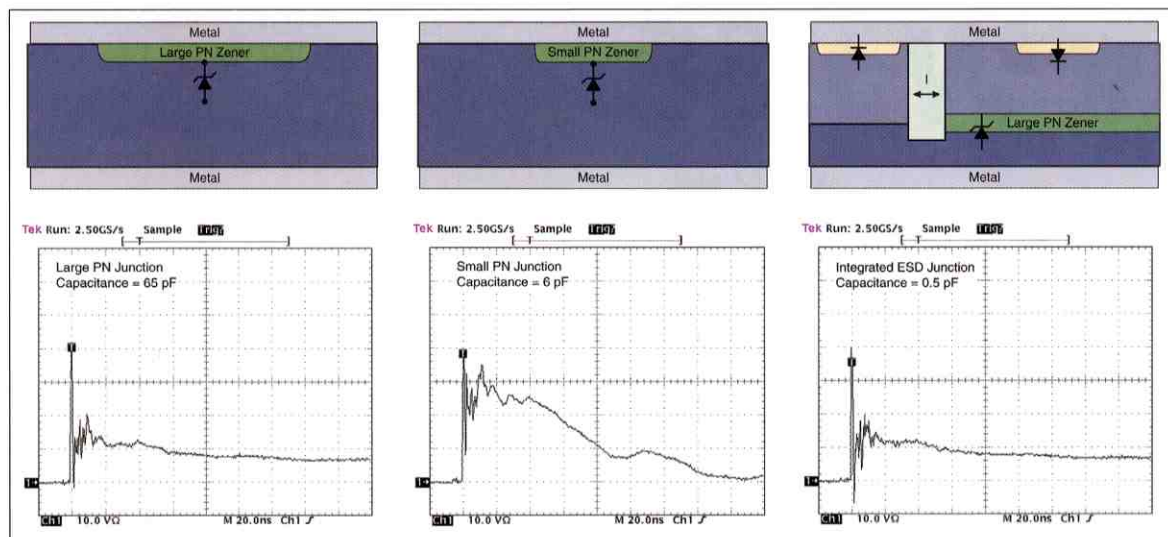
En forudsætning for, at en ESD-beskyttelseskreds er velegnet og effektiv i det nyeste portable elektronikudstyr er, at den tager hensyn til alle disse tre tendenser. Effektive ESD-beskyttelsesdioder til højhastigheds datalinier i portable applikationer skal derfor kort sagt have en lille pakning, en lav kapacitans på mindre end 1 pF og en lav ESD-clampingspænding.

Forskellige ESD-designløsninger

Selv om de traditionelle off-chip ESD-beskyttelsesløsninger, der er baseret på silicium TVS (Transient Voltage Suppressor) dioder, som anvender en standard PN zenerjunction, har lave ESD-clampingspændinger og hurtige responstider, har disse løsninger en høj kapacitans, som gør dem mindre egnede til moderne højhastigheds applikationer.

Ved at reducere zenerdiodens junctionstørrelse kan man sænke diodens kapacitans, men dette vil samtidig resultere i en højere clampingspænding og en kredsstruktur, der vil være mindre robust overfor ESD. En alternativ måde til at sænke ESD-beskyttelseskredsens totale kapacitans er at integrere ultra-lavkapacitans PIN (P-intrinsic-N) dioder.

Denne metode vil give en ESD-robust løsning, der har en kapacitans på mindre end 1 pF og som samtidig bevarer en lav clampingspænding. Implementering af denne metode udgør en udfordring for designere



Figur 1. Sammenligning af de resulterende EDS clampingspændinger for tre forskellige TVS diodedesigns.

af silicium TVS dioder, da en tilføjelse af siliciumplads til PIN-dioder lægger beslag på en del af det sparsomme totale siliciumareal, der kræves til den begrænsede plads i de ultrasmå pakninger til portabel elektronik.

For at kunne bevare en lav ESD-clampingspænding er det afgørende, at fabrikanten

har siliciumprocesser til rådighed, som gør det muligt at isolere PIN-dioderne fra zenerarealet med en såkaldt abrupt junction og samtidig efterlader tilstrækkeligt med siliciumareal til at implementere den store zenerjunction, der kræves for at opnå gode ESD-clampingspændingsegenskaber og en høj ESD-robusthed.

Figur 1 viser design/performance kompromiserne for tre forskellige silicium TVS diode designoptioner. Designet til venstre er forsynet med en stor zenerjunction. Designet i midten har en mindre zenerjunction, mens designet til højre er en integreret

...FORTSÆTTES NÆSTE SIDE

Bolls Testcenter

miljøtest, typegodkendelser og CE mærkning

Bolls

Direktiver

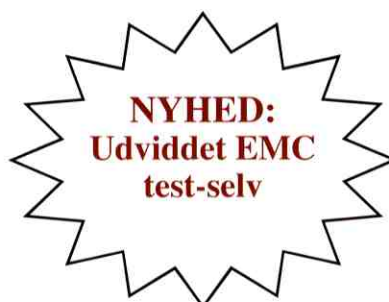
- EMC
- Lavspændings
- Maskin
- Medicinsk
- R&TTE
- Auto
- WEEE

Internationale godkendelser

- UL, CSA, ETL, DGM
- FDA, FCC, TÜV etc.

Risikovurderinger

- Kvalitetsstyring
- MTBF beregninger
- Pålidelighed
- Levetidstest
- Laser
- Miljøtest
- QA audit
- ISO 9000, 13485



- Miljøtest; kulde, varme, fugt, vibration bl.a. efter EN 60068 serien
- EMC test
- EMC test-selv
- Lyd-målinger
- El-sikkerhedstest
- Pre-test og/eller fuld godkendelse

Hurtig og økonomisk vej til



Og internationale typegodkendelser

Vi rådgiver, tester og dokumenterer

Bolls Rådgivning

Ved Gadekæret 11F

3660 Stenløse

48 18 35 66

info@bolls.dk

www.bolls.dk

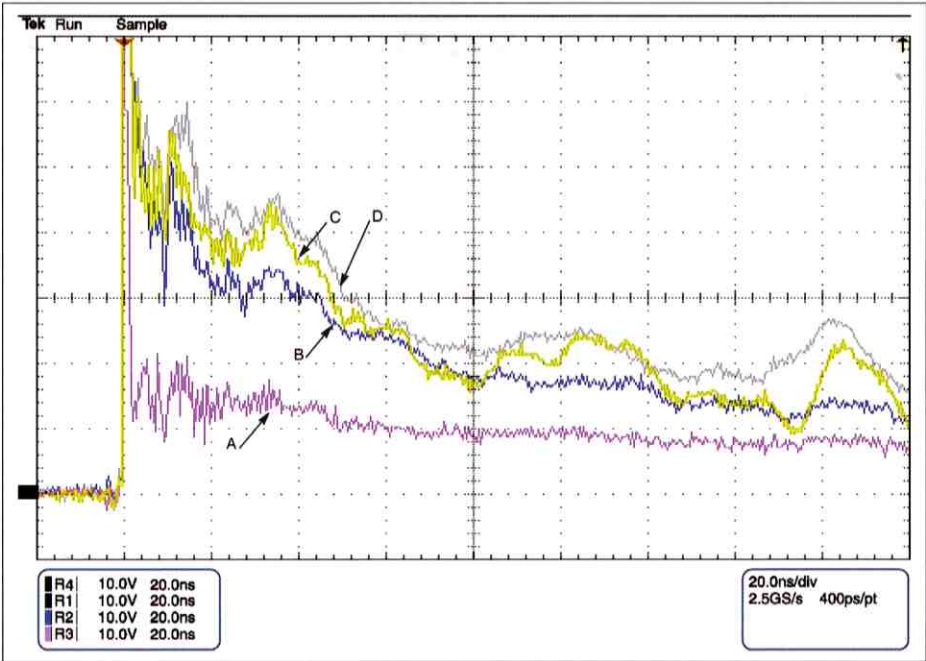
ESD-løsning. Alle tre design vil opføre sig som en standard zenerdiode i kredsløbet, men har forskellige kapacitansværdier og ESD-clampingspændinger. De ESD-diodeprodukter, der er valgt til denne evaluering, er fra venstre til højre: ON Semiconductor's ESD9X5.0ST5G, ESD9C5.0ST5G og ESD9L5.0ST5G kredse.

Alle tre kredse har den samme pakningsform og har en arbejdsspænding på 5 V. ESD9X5.0ST5G, ESD9C5.0ST5G og ESD9L5.0ST5G har en kapacitans på henholdsvis 65 pF, 6 pF og 0,5 pF. ESD9X5.0ST5G og ESD9L5.0ST5G har lave ESD-clampingspændinger, da de begge er forsynet med en relativt stor zenerjunction, mens ESD9C5.0ST5G har de dårligste ESD-clampingspændingsegenskaber på grund af den mindre PN-junction.

Den afgørende dimension for ON Semiconductor's lavkapacitans integrerede ESD-beskyttelsesdesign (ESD9L5.0ST5G) er isolationsdimensionen 'I'. Denne isolation er nødvendig for at skabe en abrupt junction på et meget lille siliciumareal for at bevare en tilstrækkelig stor zenerjunction dimension, der kræves for at opnå den lave ESD-clampingspænding, som ESD9L5.0ST5G har (se figur 1 på foregående side). Dette kan kun opnås ved at anvende avancerede højdensitet trench procesteknikker for at minimere 'I' dimensionen og samtidig bevare en god isolation og en abrupt junction.

Isolationsteknikker, der udnytter andre procesteknikker, resulterer i ESD-beskyttelsesløsninger med enten en dårlig isolation eller en større 'I' dimension og som følge heraf en mindre zenerjunction, som vil resultere i dårligere ESD-clampingspændingsegenskaber.

Andre off-chip ESD beskyttelsesteknologier – som f.eks. polymer- og keramik-baserede varistorer – har lave kapacitanser, men har ikke fleksibilitet til at integrere andre former for teknologi til at afbalancere ESD-clampingspændings til kapacitans kompromiset. En reducere af kapacitansen i passive ESD-beskyttelseskredse vil også resultere i en højere ESD-clampingspænding.



Figur 2. ESD clampingspændingskurveformene (IEC61000-4-2 8 kV kontaktpuls) for fire forskellige ESD beskyttelseskredse.

Leverandør Typenummer	Type	Teknologi	Kapacitans	ESD clampingspænding (IEC61000-4-2 8 kV kontakt)
ON Semiconductor ESD9L5.0ST5G	Silicium	ON Semiconductor Integreret ESD	0,5 pF	Figur 2 – Kurveform A
Semtech RClamp0521P	Silicium	"Railclamp" Integreret ESD	0,3 pF	Figur 2 – Kurveform B
Innochips ULCE0505A015	Passiv	"ESD Suppressor" varistor	0,15 pF	Figur 2 – Kurveform C
Tyco/Raychem PESD0402-060	Passiv	Polymer-baseret varistor	0,25 pF	Figur 2 – Kurveform D

Tabel 1. Sammenligning af nøglespecifikationerne og ESD clampingegenskaberne for fire forskellige ESD beskyttelseskredse.

Forskellige ESD-beskyttelsesteknologier

Til en benchmarking undersøgelse af de forskellige ESD-beskyttelsesteknologier vil vi se på nøglespecifikationerne og ESD-clampingspændingsegenskaberne for nogle populære eksempler på både lavkapacitans passive kredse og aktive silicium produkter.

For at opnå en fair sammenligning af de forskellige teknologier vil vi undersøge en udvalgt kreds fra hver teknologi i den samme 0402 pakningstype, med en arbejdsspænding på 5 V og med en kapacitans på mindre end 1 pF, hvilket gør dem velegnede til USB 2.0 højhastigheds applikationer. En sammenligning af kapacitansspecifikationerne og ESD-clampingspændingskurveformene (IEC61000-4-2 8 kV kontaktpuls) for fire udvalgte ESD-beskyttelseskredse er vist i henholdsvis tabel 1 og figur 2.

Da alle de undersøgte kredse har en kapacitansværdi, der er meget mindre end de krævede 1 pF til højhastigheds applikationer, er den afgørende performancemæssige differentiator for de testede kredse deres ESD-clampingspændingskurveform, er det afgørende at anvende den samme testopsætning for alle fire kredse.

Det totale areal under clampingkurveformen er proportionalt med den energi, som ESD-beskyttelseskredsen lader slippe igennem til IC'en, den beskytter. Jo lavere den samlede spændingskurveform er under en ESD-hændelse, jo større er chancen for, at den beskyttede IC vil overleve kraftige ESD-påvirkninger.

Den første kraftige spændingspids på kurveformen er forårsaget af en kombination af initial strømspidsen på IEC61000-4-2

kurveformen og et overshoot som følge af induktansen i teststrukturen. Da varigheden af den første kraftige spændingsspid er ganske kort, bliver der kun overført en meget begrænset mængde energi til IC'en under denne hændelse.

Beskyttelseskredsens clampingevne kan derfor bedst vurderes ud fra kurven, der følger efter det første overshoot. Her har den anden spændingsspid på kurven den største betydning, da denne spændingsspidskurveform har en længere varighed, som øger den totale energi, som IC'en vil blive udsat for. I undersøgelsen i denne artikel er clampingspændingen defineret som den maksimale spænding for den anden spændingsspid på kurven.

I undersøgelsen havde de passive ESD-beskyttelseskredse (C og D kurveformene) de højeste clampingspændinger under ESD-hændelsen med clampingspændinger tæt på 60 V for begge kredses vedkommende. Clampingspændingen for Semtech's silicium RailClamp teknologi (kurveform B) var ca. 50 V, mens ON Semiconductor's integrerede ESD-beskyttelsesløsning (kurveform A) havde en clampingspænding på mindre end 20 V.

Silicium kredse havde bedre ESD-beskyttelsesegenskaber end de passive kredse med lavere samlede clampingspændingskurver. Men det er også interessant at bemærke, at der er en betydelig forskel mellem Semtech's RailClamp teknologi og ON Semiconductor's integrerede ESD-beskyttelsesteknologi. Som kurverne A og B i figur 2 viser, resulterer anvendelsen af forskellige design- og procesteknikker for de to integrerede silicium ESD-beskyttelsesløsninger i meget forskellige ESD-clampingspændingsegenskaber.

Når man sammenligner de to kurveformer A og B har ON Semiconductor's ESD9L5.0ST5G kreds den laveste samlede clampingspænding. Ved at anvende en proprietær trench isolationsteknologi er denne ESD beskyttelseskreds i stand til at bevare en fremragende isolation, en abrupt junction og en stor zenerdel af designet, hvilket er nødvendigt for at opnå en lav clamping-spænding.

33,6W via Ethernet kablet

PoE single-port injector strømforsyning fra Pihong kan forsyne IP-telefoner, videoovervågning og trådløse access-points via apparaternes Ethernet-opkobling

Verden bliver stadig mere trådløs, og selv om der endnu er lang vej til en trådløs energiforsyning af større stationære apparater, så er PoE-teknologien (Power-over-Ethernet) et skridt på vejen mod en mere ledningsfri fremtid.

Mange apparater til kontorautomation, kommunikation, sikkerhedsovervågning og adgangskontrol bliver styret via den vidt udbredte Ethernet-kommunikationsplatform. Men i mange tilfælde kræver disse telefoner, kameraer og access-points også en ekstern forsyning fra 230V-nettet.

Det kan man dog komme uden om ved en forsyning direkte gennem Ethernet-forbindelsen, hvorved man for mange produkters vedkommende kan droppe netforsyningen. Pihong leverer gennem Craftec nu en af markedet kraftigste, men mest kompakte PoE-forsyninger, Pihongs POE36U-1AT, som er en single-port injector, der fra et fast punkt sender op til 33,6W effekt ud på et Ethernet-LAN, hvorfra apparaterne kan tappe den effekt, de har brug for til de øjeblikkelige opgaver.

Rigeligt spændings-headroom

Pihongs POE36U-1AT leverer nominelt 56V med en linieregulering på 54V til 57V til PoEopkoblede produkter, som med deres

forsyningskrav på typisk 48V får et rigeligt spændingsheadroom selv ved spændingsfald over længere kablinger.

Dermed har de tilsluttede apparater adgang til 600mA fra forsyningen, som i øvrigt selv kan spændingsforsynes via et universelt input (90 til 264VAC). Effektiviteten er i øvrigt op til 78% ved fuld last. POE36U-1AT har endvidere en automatisk power-up sekvensering, som sikrer Ethernet, apparater og forsyning mod fejltilslutning. Tre lysdioder viser, om forsyningen er aktiv, om der er tilsluttet et Class 4PD-produkt (PoEPLUS), eller om der er tilsluttet et apparat, som ikke er PoE-kompatibelt.

Forsyningen leveres med sikkerhedsgodkendelser i henhold til UL-/EN61000-4 og tåler brug i temperaturer mellem -20°C og +50°C samt en luftfugtighed på mellem 5% og 90%. Med ydermål på blot 140mm x 65mm x 36mm og en vægt på kun 200 gram er POE36U-1AT samtidig meget let at gemme af vejen.

Nærmere oplysninger kan hentes hos: Craftec A/S, tlf. 45 93 42 00
www.craftec.info